



TUGAS AKHIR - MN 141581

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *BILGE KEEL* DAN *FOIL NACA* TERHADAP GERAKAN *ROLLING* KAPAL RO-RO DENGAN MENGGUNAKAN *CFD*

Muchamat Alvinur
NRP 04111440000027

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama M.Sc.,Ph.D
Dedi Budi Purwanto, S.T.,M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *BILGE KEEL*
DAN *FOIL NACA* TERHADAP GERAKAN *ROLLING* KAPAL
RO-RO DENGAN MENGGUNAKAN *CFD***

**Muchamat Alvinur
NRP 04111440000027**

**Dosen Pembimbing
Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama M.Sc.,Ph.D
Dedi Budi Purwanto, S.T.,M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MN 141581

COMPARASION ANYASIS OF BILGE KEEL USAGE AND NACA FOIL ON RORO ROLLING MOTION USING CFD

**Muchamat Alvinur
NRP 04111440000027**

**Supervisor
Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama M.Sc.,Ph.D
Dedi Budi Purwanto, S.T.,M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *BILGE KEEL* DAN *FOIL NACA* TERHADAP GERAKAN *ROLLING KAPAL* *RO-RO* DENGAN MENGGUNAKAN *CFD*

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan - Hidrodinamika
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUCHAMAT ALVINUR
NRP 04111440000027


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.
NIP 19820320 201012 1 001

Dosen Pembimbing I



Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama M.Sc., Ph.D.
NIP 19670406 199203 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Arsyawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 19 JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *BILGE KEEL* DAN *FOIL NACA* TERHADAP GERAKAN *ROLLING* KAPAL *RO-RO* DENGAN MENGGUNAKAN *CFD*

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 4 Juli 2018

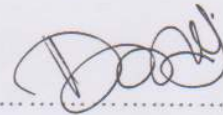
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUCHAMAT ALVINUR
NRP 04111440000027

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

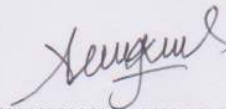
1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



2. Dr. Ir. I Ketut Suastika



3. Teguh Putranto, S.T., M.T.

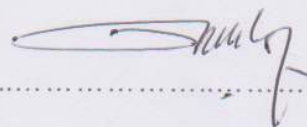


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama M.Sc., Ph.D



2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



SURABAYA, 19 JULI 2018

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kedua orang tua Penulis atas semangat, dukungan dan motivasi hingga akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan;
2. Bapak Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D. dan Bapak Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atasijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Seluruh dosen serta civitas akademik Departemen Teknik Perkapalan ITS yang memberikan arahan dan bantuan kepada penulis;
5. Teman seperjuangan Tugas Akhir atas bantuan dan kerja samanya selama proses pengerjaan Tugas Akhir;
6. Teman – teman kontrakan , BINBUT, BIP dan P54 Deadrise atas bantuan, canda, tawa, dan hiburannya selama menjalani masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 19 Juli 2018

Muchamat Alvinur

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *BILGE KEEL* PELAT DATAR DAN *FOIL NACA* TERHADAP GERAKAN *ROLLING* KAPAL *RO-RO* DENGAN MENGGUNAKAN *CFD*

Nama Mahasiswa : Muchamat Alvinur
NRP : 04111440000027
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D
2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Rolling menyebabkan kapal bergerak secara periodik ke kiri dan ke kanan dan untuk mengembalikan kapal ke dalam posisi tegak dibutuhkan momen pengembali gerakan *rolling*. Dalam beberapa kasus sering ditemukan di lapangan kapal *Ro-Ro* tidak mampu mengatasi gerakan *rolling*nya dikarenakan momen pengembali yang kurang dari kapal itu sendiri, akibatnya sering terjadi kecelakaan kapal. Untuk menambah momen pengembali diperlukan sebuah alat yang dipasang di kapal *Ro-Ro* untuk menambah gaya dan momen pengembali. Jenis-jenis alat penambah momen pengembali pada gerakan *rolling* pada dasarnya telah banyak digunakan sesuai kebutuhan kapal dan jenis kapal, dalam tugas akhir ini alat yang akan dianalisis adalah *bilge keel* pelat datar dan *bilge keel NACA foil* dan *bilge keel fin*. dengan output akhir berupa *roll respon* dan juga *significant roll amplitude*. Pengecekan besar nilai *roll respon* dan *significant roll amplitude* dilakukan pada kondisi *sea state* dan arah gelombang yang bervariasi. Kondisi *sea state* yang digunakan yaitu kondisi Selat Bali kondisi perairan yang tinggi gelombang dari 1 meter sampai 2.5 meter dengan kenaikan tinggi gelombang divariasikan tiap 0.5 meter dan periode *zero up crossing* dari 5 detik sampai 7 detik dengan kenaikan yang divariasikan tiap 1 sekon. Variasi arah gelombang yang digunakan adalah 0-180 derajat dengan kenaikan sebesar 45 derajat. Analisa untuk mendapatkan nilai *RAO* (*Respon amplitude operator*) dengan menggunakan *CFD* dan dilakukan perhitungan numerik untuk mendapatkan nilai spektrum gelombang, respon spektrum dan *Significant Roll Ampiltude*. Kemudian untuk *significant roll amplitude* disesuaikan dengan kriteria untuk menurut *Seaworthiness Criteria for Human Performance Standard in Ship motion* dan digunakan 2 kriteria. Dari hasil analisa didapatkan bahwa *roll respons* terbesar terjadi pada arah gelombang 90 derajat dimana masing- masing nilai tanpa respon untuk kapal menggunakan *bilge keel* pelat pengurangan berkisar antara 8-12 % dari tanpa stabilizer, untuk kapal menggunakan *bilge keel foil* pengurangan berkisar antara 24-28 % dari tanpa stabilizer, untuk kapal menggunakan *bilge keel fin* pengurangan berkisar antara 25-31 % dari tanpa stabilizer, untuk pengecekan *significant roll amplitude* kapal aman untuk berlayar pada arah semua arah gelombang kecuali 90 derajat dengan tinggi gelombang 2 m atau lebih besar jika kapal tanpa menggunakan *roll stabilizer*, dengan pemasangan *bilge keel foil* atau *bilge keel fin* gelombang tinggi 2 meter aman namun untuk gelombang 2.5 meter termasuk kategori berbahaya.

Kata Kunci : *rolling, bilge keel, roll respon, significant roll amplltude*

COMPARASION ANYASIS OF BILGE KEEL USAGE AND NACA FOIL ON RO-RO ROLLING MOTION USING FINITE ELEMENT SOFTWARE

Author : Muchamat Alvinur
Student Number : 04111440000027
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : 1. Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D
2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

ABSTRACT

Rolling causes the vessel to move periodically from left to right, to return the vessel into an upright position required a righting arm. In some cases, Ro-Ro's vessel is often unable to cope with the rolling motion has less returning moments from the vessel itself, resulting frequent vessel accidents. In order to add the necessary righting arm a device mounted on a Ro-Ro boat to add style and turning moment. Types of righting arm enhancers in rolling motion on the basis have been widely used according to the needs of ships and ship types, in this final project to be analyzed are the use of bilge keel and bilge keel NACA Foil and bilge keel Fin.dengan final output of roll response and also significant roll amplitude.Large checks of roll response and significant roll amplitude were performed on sea state conditions and varying wavelengths. The sea stase condition used was the condition of the Bali strait waters high wave conditions varied from 1 meters to 2.5 meters with increasing wave height varied every 0.5 meters and zero period up crossing from 5 seconds to 7 seconds with the fabric varied every 1 second. Variation of wave direction used is 0-180 degrees with increment of 45 degrees. Analysis to get the value RAO (Response amplitude operators) using finite element software and performed numerical calculations to get the value of the wave spectrum, spectral response and the significant roll ampiltude. then for a significant roll amplitude adjusted to criteria based Seaworthness Criteria for Human Performance Standard in Ship motion by using two criteria.From the analysis it was found that the largest roll response occurred at 90 degree angle direction where each value without response for vessel using bilge keel plate reduction was between 8-12% of without stabilizer, for vessels using bilge keel foil reduction ranged from 24-28 % of without stabilizer, for vessels using bilge keel fin reduction ranging from 25-31% of without stabilizer, for significant rolling of the ship's amplitude checks it is safe to sail in the direction of all wavelengths except 90 degrees with wave height of 2 meters or greater if the ship without using roll stabilizer, With bilge keel foil mounting or bilge of high wave 2 meters high knob safe but for wave 2.5 meters including danger category.

Keywords: rolling,bilge keel, roll respon,significant roll amplitude

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	2
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	3
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Kapal <i>Ro-Ro</i>	5
II.1.2. Olah Gerak Kapal	6
II.1.3. Gelombang Laut	8
II.1.4. Wave Scatter Diagram.....	8
II.1.5. Spektrum Gelombang	8
II.1.6. <i>Respon Amplitude Operator</i>	10
II.1.7. Spektrum Response	10
II.1.8. Spektral Momen	11
II.1.9. <i>Bilge Keel</i>	11
II.1.10. <i>Fin stabilizer</i>	11
II.1.11. NACA 641-212.....	12
II.2. Kajian Pustaka.....	12
Bab III METODOLOGI	15
III.1. Diagram Alir	15
III.2. Metode.....	16
III.2.1. Studi Literatur & Pengumpulan Data	16
III.2.2. Pemodelan.....	17
III.2.3. Analisa <i>RAO</i> dengan <i>CFD</i>	17
III.2.4. Spektrum Gelombang	18
III.2.5. Spektrum <i>Response</i>	18
III.2.6. Kriteria Significant Roll Amplitude.....	18
Bab IV PEMODELAN dan SIMULASI	19
IV.1. Pembuatan Model Kapal	19

IV.1.1.	Data Gambar.....	19
IV.1.2.	Pembuatan Model Lambung Kapal	20
IV.1.3.	Proses Simulasi dengan <i>CFD</i>	25
IV.2.	Validasi	29
IV.2.1.	Validasi Hidrostatik.....	29
IV.2.2.	Grid Indepence nilai RAO.....	29
Bab V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	35
V.1.	Pendahuluan.....	35
V.2.	RAO Rolling (Respon Amplitude Operator)	35
V.3.	<i>Motion and Pressure</i>	39
V.4.	Spektrum Gelombang	41
V.5.	Respon Spektrum.....	43
V.6.	<i>Significant Roll Motion Amplitude</i>	84
V.7.	Pengecekan Kriteria.....	94
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN	95
VI.1.	Kesimpulan.....	95
VI.2.	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	99

LAMPIRAN A HASIL RUNNING CFD

LAMPIRAN B DATA GELOMBANG DAN PERHITUNGANAN SPEKTRUM

LAMPIRAN C PERHITUNGAN RESPON

LAMPIRAN D PERHITUNGAN *SIGNIFICANT ROLL AMPLITUDE*

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Kapal Ro-Ro	6
Gambar II. 2 6 Derajat Kebebasan Kapal	7
Gambar II. 3 Gelombang Irreguler	8
Gambar IV. 1 Data Lines Plan Kapal yang sudah ada	19
Gambar IV. 2 Model Kapal dengan Menggunakan Maxsurf Modeler Advanced.	20
Gambar IV. 3 Model kapal Tanpa Stabilizer Pada Software Modeling 3D Surface	21
Gambar IV. 4 Model kapal <i>Bilge keel</i> Pelat Pada Software Modeling 3D Surface	21
Gambar IV. 5 Model dan dimensi bilge keel pelat	22
Gambar IV. 6 Detail penampang melintang A (bilge keel pelat)	22
Gambar IV. 7 Model kapal <i>Bilge Keel</i> Fin dengan Software Modeling 3D Surface.	23
Gambar IV. 8 Model dan dimensi bilge keel fin	23
Gambar IV. 9 Detail penampang melintang A (bilge keel fin)	23
Gambar IV. 10 Model kapal foil NACA 641-212 dengan software Rhinoceros.	24
Gambar IV. 11 Model dan dimensi bilge keel fin	24
Gambar IV. 12 Detail penampang melintang A (bilge keel foil)	24
Gambar IV. 13 Proses Body Operation	25
Gambar IV. 14 Proses Translate	25
Gambar IV. 15 Proses Slice	26
Gambar IV. 16 Menggabungkan 2 part dalam <i>CFD</i>	26
Gambar IV. 17 Point Of Mass	27
Gambar IV. 18 Meshing Tanpa Stabilizer	27
Gambar IV. 19 <i>meshing bilge keel</i> pelat	28
Gambar IV. 20 <i>meshing bilge keel</i> foil	28
Gambar IV. 21 <i>meshing bilge keel</i> fin	28
Gambar IV. 22 Grid Independence pada kapal tanpa stabilizer	30
Gambar IV. 23 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel Pelat Datar	31
Gambar IV. 24 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel NACA Foil	32
Gambar IV. 25 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel Fin	33
Gambar V. 1 RAO Rolling sudut Hadap 0°	36
Gambar V. 2 RAO Rolling sudut Hadap 45°	36
Gambar V. 3 RAO Rolling sudut Hadap 90°	37
Gambar V. 4 RAO Rolling sudut Hadap 135°	38
Gambar V. 5 Rolling sudut Hadap 180°	38
Gambar V. 6 Pressure dan Motion Tanpa Stabilizer	39
Gambar V. 7 Pressure dan Motion <i>Bilge Keel</i> Pelat	40
Gambar V. 8 Pressure dan Motion <i>Bilge Keel</i> Fin	40
Gambar V. 9 Pressure dan Motion <i>Bilge Keel</i> Foil	41
Gambar V. 10 Spektrum Gelombang $T_z = 5$ s	41
Gambar V. 11 Spektrum Gelombang $T_z = 6$ s	42
Gambar V. 12 Spektrum Gelombang $T_z = 7$ s	42
Gambar V. 13 Respon Spektrum heading 0° $h_s = 1$ m $T_z = 5$ s	43

Gambar V. 14 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 1.5 m Tz=5 s	44
Gambar V. 15 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 2 m Tz=5 s	45
Gambar V. 16 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 2.5 m Tz=5 s	45
Gambar V. 17 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 1 m Tz=6 s	46
Gambar V. 18 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 1.5 m Tz=6 s	47
Gambar V. 19 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 2 m Tz=6 s	47
Gambar V. 20 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 2.5 m Tz=6 s	48
Gambar V. 21 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 1 m Tz=7 s	49
Gambar V. 22 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 1.5 m Tz=7 s	49
Gambar V. 23 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 2 m Tz=7 s	50
Gambar V. 24 Respon Spektrum heading 0^0 hs= 2.5 m Tz=7 s	51
Gambar V. 25 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 1 m Tz=5 s	51
Gambar V. 26 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 1.5 m Tz=5 s	52
Gambar V. 27 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 2 m Tz=5 s	53
Gambar V. 28 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 2.5 m Tz=5 s	53
Gambar V. 29 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 1 m Tz=6 s	54
Gambar V. 30 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 1.5 m Tz=6 s	55
Gambar V. 31 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 2 m Tz=6 s	55
Gambar V. 32 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 2.5 m Tz=6 s	56
Gambar V. 33 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 1 m Tz=7 s	57
Gambar V. 34 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 1.5 m Tz=7 s	57
Gambar V. 35 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 2 m Tz=7 s	58
Gambar V. 36 Respon Spektrum heading 45^0 hs= 2.5 m Tz=7 s	59
Gambar V. 37 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 1 m Tz=5 s	59
Gambar V. 38 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 1.5 m Tz=5 s	60
Gambar V. 39 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 2 m Tz=5 s	61
Gambar V. 40 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 2.5 m Tz=5 s	61
Gambar V. 41 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 1 m Tz=6 s	62
Gambar V. 42 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 1.5 m Tz=6 s	63
Gambar V. 43 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 2 m Tz=6 s	63
Gambar V. 44 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 2.5 m Tz=6 s	64
Gambar V. 45 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 1 m Tz=7 s	65
Gambar V. 46 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 1.5 m Tz=7 s	65
Gambar V. 47 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 2 m Tz=7 s	66
Gambar V. 48 Respon Spektrum heading 90^0 hs= 2.5 m Tz=7 s	67
Gambar V. 49 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 1 m Tz=5 s	67
Gambar V. 50 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 1.5 m Tz=5 s	68
Gambar V. 51 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 2 m Tz=5 s	69
Gambar V. 52 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 2.5 m Tz=5 s	69
Gambar V. 53 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 1 m Tz=6 s	70
Gambar V. 54 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 1.5 m Tz=6 s	71
Gambar V. 55 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 2 m Tz=6 s	71
Gambar V. 56 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 2.5 m Tz=6 s	72
Gambar V. 57 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 1 m Tz=7 s	73
Gambar V. 58 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 1.5 m Tz=7 s	73
Gambar V. 59 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 2 m Tz=7 s	74
Gambar V. 60 Respon Spektrum heading 135^0 hs= 2.5 m Tz=7 s	75
Gambar V. 61 Respon Spektrum heading 180^0 hs= 1 m Tz=5 s	75
Gambar V. 62 Respon Spektrum heading 180^0 hs= 1.5 m Tz=5 s	76

Gambar V. 63 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=2\text{ m}$ $T_z=5\text{ s}$	77
Gambar V. 64 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=2.5\text{ m}$ $T_z=5\text{ s}$	77
Gambar V. 65 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=1\text{ m}$ $T_z=6\text{ s}$	78
Gambar V. 66 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=1.5\text{ m}$ $T_z=6\text{ s}$	79
Gambar V. 67 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=2\text{ m}$ $T_z=6\text{ s}$	80
Gambar V. 68 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=2.5\text{ m}$ $T_z=6\text{ s}$	80
Gambar V. 69 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=1\text{ m}$ $T_z=7\text{ s}$	81
Gambar V. 70 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=1.5\text{ m}$ $T_z=7\text{ s}$	82
Gambar V. 71 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=2\text{ m}$ $T_z=7\text{ s}$	82
Gambar V. 72 Respon Spektrum heading 180^0 $h_s=2.5\text{ m}$ $T_z=7\text{ s}$	83
Gambar V. 73 Signifikan Roll Amplitude pada heading 180^0 $T_z=5\text{ s}$	84
Gambar V. 74 Signifikan Roll Amplitude pada heading 180^0 $T_z=6\text{ s}$	85
Gambar V. 75 Signifikan Roll Amplitude pada heading 180^0 $T_z=7\text{ s}$	85
Gambar V. 76 Signifikan Roll Amplitude pada heading 135^0 $T_z=5\text{ s}$	86
Gambar V. 77 Signifikan Roll Amplitude pada heading 135^0 $T_z=6\text{ s}$	87
Gambar V. 78 Signifikan Roll Amplitude pada heading 135^0 $T_z=7\text{ s}$	87
Gambar V. 79 Signifikan Roll Amplitude pada heading 90^0 $T_z=5\text{ s}$	88
Gambar V. 80 Signifikan Roll Amplitude pada heading 90^0 $T_z=6\text{ s}$	89
Gambar V. 81 Signifikan Roll Amplitude pada heading 90^0 $T_z=7\text{ s}$	89
Gambar V. 82 Signifikan Roll Amplitude pada heading 45^0 $T_z=5\text{ s}$	90
Gambar V. 83 Signifikan Roll Amplitude pada heading 45^0 $T_z=6\text{ s}$	91
Gambar V. 84 Signifikan Roll Amplitude pada heading 45^0 $T_z=7\text{ s}$	91
Gambar V. 85 Signifikan Roll Amplitude pada heading 0^0 $T_z=5\text{ s}$	92
Gambar V. 86 Signifikan Roll Amplitude pada heading 0^0 $T_z=6\text{ s}$	93
Gambar V. 87 Signifikan Roll Amplitude pada heading 0^0 $T_z=7\text{ s}$	93

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1 Validasi hidrostatik Maxsurf dengan data kapal sesungguhnya.....	20
Tabel IV. 2 Validasi Hidrostatik	29
Tabel IV. 3 Grid Independence Kapal Tanpa Stabilizer	30
Tabel IV. 4 Selisih Hasil antara tiap Running Tanpa Stabilizer	30
Tabel IV. 5 Grid Independence Kapal dengan Bilge Keel Pelat Datar.....	31
Tabel IV. 6 Selisih Hasil antara tiap Running Bilge Keel	31
Tabel IV. 7 Grid Independence Kapal dengan Bilge Keel NACA Foil.....	32
Tabel IV. 8 Selisih Hasil antara tiap Running NACA Foil	33
Tabel IV. 9 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel Fin	33
Tabel IV. 10 Selisih Hasil antara tiap Running Bilge Keel Fin	34
 Tabel V. 1 kriteria Manajemen Level navigation Inquiry Result	 94

DAFTAR SIMBOL

H_s	: tinggi gelombang signifikan (m)
T_z	: periode <i>zero-up crossing</i> (s)
$S_{(PM)}$: spektrum Pierson-Moskowitz
ω	: frekuensi gelombang (rad/s)
$S_{(JWP)}$: spektrum JONSWAP
γ	: faktor <i>peak enhancement</i> , untuk perairan Indonesia = 2.5
r	: $\exp \left[-\frac{(\omega - \omega_0)^2}{2\tau\omega_0^2} \right]$
ω_0	: frekuensi puncak gelombang (rad/s)
τ	: parameter bentuk, 10.07 jika $\omega \leq \omega_0$, 10.09 jika $\omega > \omega_0$
a	: massa tambah (kg)
b	: koefisien <i>damping</i>
c	: koefisien kekakuan
$\ddot{z}, \ddot{\theta}$: akselerasi translasi, rotasi
$\dot{z}, \dot{\theta}$: kecepatan translasi, rotasi
z, θ	: perpindahan translasi, rotasi
F_0, M_0	: gaya eksitasi, moment eksitasi
ω_e	: frekuensi <i>encounter</i>
t	: waktu
RAO	: <i>response amplitude operator</i>
Z_a	: amplitudo gelombang (m)
S_R	: spektrum response
S_{ω_e}	: spektrum gelombang
m_n	: spektral momen ke-n
f_{0i}	: frekuensi kejadian <i>sea-state</i>
p_i	: probabilitas kejadian <i>sea-state</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Pembangunan ekonomis hakikatnya adalah upaya mewujudkan tujuan nasional bangsa Indonesia yang maju, mandiri, sejahtera, berkeadilan, berdasarkan iman dan takwa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa. Sesuai tujuan yang tercantum dalam alinea keempat Pembukaan UUD 1945 disebutkan bahwa hakikat pembangunan nasional adalah: mencerdaskan kehidupan bangsa, menciptakan kesejahteraan umum, melindungi seluruh tumpah darah Indonesia, dan membantu melaksanakan ketertiban dunia dan perdamaian abadi (Bappenas,2014).

Salah satu strategi percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi nasional adalah dengan mengedepankan penguatan konektivitas antar pulau terutama pulau-pulau terluar. Konektivitas ini hanya bisa terwujud apabila transportasi laut di negara kepulauan terus diperankan secara signifikan(Antara News, 2012).

Kapal *Ro-Ro* merupakan salah satu contoh konektivitas antar pulau di Indonesia. Kapal *Ro-Ro* adalah kapal yang membawa muatan berupa kendaraan. Pelayaran kapal roro tergantung pelayaran rute dekat/pelayaran pantai.(Marine Ingsiht,2016)

Dalam tahap design umumnya kapal selalu diperhitungkan berlayar dilaut tenang, namun tidak semua kapal berlayar dilaut tenang. Gelombang adalah yang menyebabkan gerakan kapal di air selain motor utama di kapal itu sendiri. Gerakan bisa mengganggu kapal, maka dalam hidrodinamika kapal gelombang ini haruslah diperhitungkan (Bhattacharaya,1972).

Gerakan kapal yang terkena ombak adalah gerakan osilasi. Ada 3 macam gerakan osilasi yaitu *heaving* ,*rolling* dan *pitching*. Gerakan ini dapat mengembalikan kapal dalam posisi awalnya akibat gaya dan moment yang mengenainya. Salah satu gerakan kapal adalah gerakan *rolling*, *rolling* menyebabkan kapal bergerak secara periodik ke kiri dan ke kanan,untuk mengembalikan kapal ke dalam posisi tegak dibutuhkan momen pengembali gerakan *rolling*.

Dalam beberapa kasus sering ditemukan di lapangan kapal *Ro-Ro* tidak mampu mengatasi gerakan *rolling*nya dikarenakan momen pengembali yang kurang dari kapal itu sendiri, akibatnya sering terjadi kecelakaan kapal. Untuk menambah momen pengembali diperlukan sebuah alat yang dipasang di kapal *Ro-Ro* untuk menambah gaya dan momen pengembali.

Jenis-jenis alat penambah momen pengembali pada gerakan *rolling* pada dasarnya telah banyak digunakan sesuai kebutuhan kapal dan jenis kapal, dalam tugas akhir ini alat yang akan di analisis adalah *Bilge keel* pelat datar dan *Bilge keel NACA Foil* dan *Bilge keel Fin*.

I.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, perumusan masalah yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana respon gerakan kapal *Ro-Ro* tanpa *Roll stabilizer* ?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan *Bilge keel* pelat datar terhadap respon gerakan *rolling* pada kapal *Ro-Ro*?
3. Bagaimana pengaruh pemasangan *Bilge Keel NACA Foil* pelat terhadap respon gerakan *rolling* pada kapal *Ro-Ro*?
4. Bagaimana pengaruh pemasangan *Bilge Keel Fin* terhadap respon gerakan *rolling* pada kapal *Ro-Ro*?
5. Bagaimana perbandingan respon gerakan *Rolling* Tanpa *Roll stabilizer*, *Bilge Keel*, *Bilge Keel NACA Foil*, dan *Bilge Keel Fin* pada kapal *Ro-Ro*?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui respon gerakan kapal *Ro-Ro* tanpa *Roll stabilizer*,
2. Mengetahui respon gerakan kapal *Ro-Ro* dengan *Bilge keel* pelat datar,
3. Mengetahui respon gerakan kapal *Ro-Ro* dengan *Bilge keel NACA foil*,
4. Mengetahui respon gerakan kapal *Ro-Ro* dengan *Bilge Keel Fin*,
5. Mengetahui jenis *roll stabilizer* yang optimum untuk kapal *Ro-Ro*.

I.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Objek penelitian adalah kapal *Ro-Ro* 500 GT
2. Pemodelan menggunakan *Software Maxsurf Modeler Advanced* dan *Modeling 3D surface*.
3. Hasil Analisis Mneghitung RAO Rolling , Respon Gerakan Rolling dan Signifact Roll Amplitude
4. Kondisi gelombang berada pada Selat Bali .
5. Sudut hadap terdiri dari 0, 45, 90, 135 dan 180.
6. *Stabilizer* dipasang di sepanjang *Midship*.
7. *NACA foil* yang digunakan *NACA 6 : NACA 64A212* .
8. Bilge keel yang digunakan *Bilge keel* dengan tebal 10 mm
9. Fin yang Digunakan mengikuti referensi bentuk PNA Vol III.

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai referensi untuk pemilihan roll stabilizer yang paling optimum.

I.6 Hipotesis

Dengan Penambahan *Bilge keel*, *Bilge keel Foil* ,dan *Bilge keel Fin* dapat mengubah Respon gerakan Rolling dan *Significant Roll Amplitude*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

Pada sub-bab ini dituliskan beberapa teori-teori dari beberapa buku dan jurnal ilmiah yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Dasar teori yang dituliskan digunakan untuk menunjang tercapainya tujuan dari tugas akhir ini.

II.1.1. Kapal Ro-Ro

Ro-Ro adalah akronim untuk *roll-on / roll-off*. Kapal *roll-on / roll-off* adalah kapal yang digunakan untuk membawa muatan berupa kendaraan yang memiliki roda dengan rute yang relatif pendek dan dekat. Kapal *Ro-Ro* berbeda dengan kapal *lo-lo* (*lift on-lift off*) yang menggunakan derek untuk memasukkan muatan. Kendaraan di kapal dimuat dan dibongkar dengan menggunakan pintu rampa yang dihubungkan dengan *movable bridge*. Biasanya landai ini dibuat menuju buritan (bagian belakang) kapal. Di beberapa kapal, mereka juga ditemukan di sisi busur (depan) maupun samping. Kapal bisa dari jenis militer dan sipil (Marine Insige, 2016).

Menurut data statistik yang dihitung oleh *Shippax* pada tahun 2004 kapal *ro-ro* sudah mengangkut lebih dari 1.3 juta orang penumpang, 188 juta mobil, 856 000 bus dan 28.7 juta *truck Trailer* dengan jumlah pelayaran sekitar 5.9 juta di seluruh dunia. Menurut data pada tahun 2006 jumlah kapal *Ro-Ro* adalah 1.162 dengan total kapasitas 1.15 juta penumpang dan 226 210 mobil, dengan Tonase total sekitar 12.8 juta dan umur rata-rata 21 tahun. Meskipun jumlah kapal *ro-ro* sangat banyak, kapal *Ro-Ro* dihadapi suatu masalah yaitu angka kecelakaan pada kapal *Ro-Ro* sangat besar, sehingga kepercayaan para penumpang menjadi turun dan mencari alternatif lain. Salah satu kecelakaan kapal *Ro-Ro* terbesar terjadi pada kapal *Herald of free enterprise* pada maret 1987 (IMO, 2018).



Gambar II. 1 Kapal Ro-Ro

II.1.2. Olah Gerak Kapal

Pada olah gerak kapal terdapat sebuah hukum kesetimbangan. Hukum ini dipengaruhi oleh gaya luar dan momen yang terjadi pada kapal. Dalam hukum kesetimbangan terdapat 3 kondisi kapal yaitu :

1. Keseimbangan disebut stabil jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda bergerak kembali ke kedudukan semula.
2. Keseimbangan disebut indifferen atau netral jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda tidak kembali ke kedudukan semula, tetapi tetap diam pada kedudukannya yang baru.
3. Keseimbangan disebut labil jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda tidak kembali ke kedudukan semula, tetapi bergerak terus menjauhi kedudukan semula.

Dalam olah gerak kapal gerakan pada sebuah kapal dibedakan menjadi 2 gerakan yaitu gerakan translasi dan gerakan rotasi. Gerak translasi dapat diartikan sebagai gerak pergeseran suatu benda dengan bentuk dan lintasan yang sama, sedangkan gerak rotasi adalah gerak perputaran benda terhadap sumbu atau porosnya. Suatu kapal yang terapung bebas mempunyai 6 derajat kebebasan, yaitu 3 translasi ke arah sumbu X, Y dan Z serta 3 rotasi, memutar sumbu // sumbu X, Y dan Z. Gerakan itu meliputi :

1. Gerakan translasi ke arah sumbu Z atau *heave*: keseimbangan stabil
2. Gerakan translasi ke arah sumbu X atau *surge* : keseimbangan netral atau indifferen

3. Gerakan translasi ke arah sumbu Y atau *sway* : keseimbangan netral atau indeferen
4. Gerakan rotasi memutar sumbu// sumbu Z atau *yaw*: keseimbangan netral atau indeferen
5. Gerakan rotasi memutar sumbu // sumbu X atau *roll*: tidak tentu, mungkin keseimbangan stabil, labil atau netral.
6. Gerakan rotasi memutar sumbu // sumbu Y atau *pitch*: tidak tentu, mungkin keseimbangan stabil, labil atau netral.

Setiap gerakan memiliki sebuah persamaan umum yang didalamnya terdapat beberapa komponen (Bhattacharyya, 1978).

$$a\ddot{z} + b\dot{z} + cz = F_0 \cos \omega_e t$$

$$a\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + c\theta = M_0 \cos \omega_e t$$

dimana,

a : massa tambah

b : koefisien *damping*

c : koefisien kekakuan

$\ddot{z}, \ddot{\theta}$: akselerasi translasi, rotasi

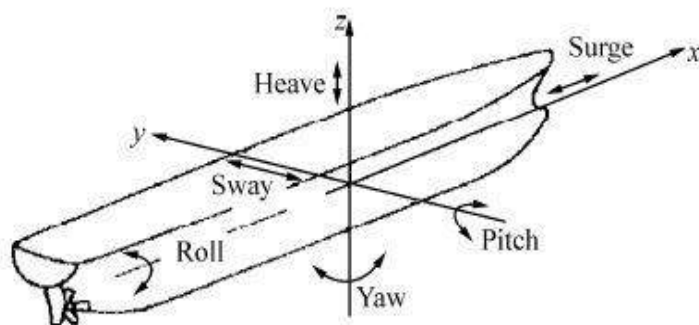
$\dot{z}, \dot{\theta}$: kecepatan translasi, rotasi

z, θ : perpindahan translasi, rotasi

F_0, M_0 : gaya eksitasi, moment eksitasi

ω_e : frekuensi *encounter*

t : waktu

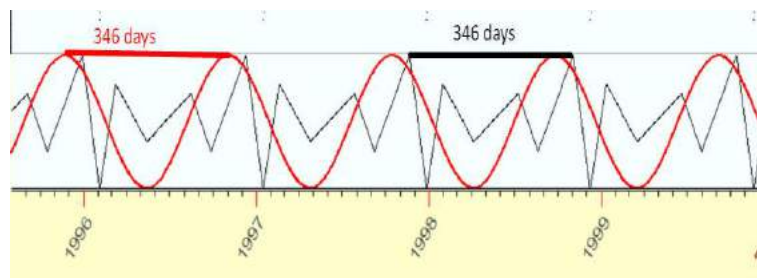


Gambar II. 2 6 Derajat Kebebasan Kapal

II.1.3. Gelombang Laut

Pada umumnya gelombang yang terjadi dilaut memiliki periode antara 3 detik sampai 25 detik dan gelombang dihasilkan oleh adanya angin dan karakteristik dari wilayah tersebut. Beberapa contoh gelombang antara lain *internal wave*, pasang surut air laut dan ombak. Pengetahuan tentang umunya digunakan untuk mengetahui seberapa besar beban yang bekerja pada struktur yang berada di laut seperti kapal dan bangunan lepas pantai, yang pada akhirnya perhitungan beban digunakan untuk mendesain stuktur pada kapal dan bangunan lepas pantai (Dean,1984).

Pada dasarnya gelombang diklasifikasikan menjadi 2 tipe gelombang, yaitu gelombang sinusoidal dan gelombang trochidal. Gelombang sinusoidal adalah gelombang yang memilki bentuk simetris pada puncak dan lembahnya, semntara gelombang trochidal adalah geombang yang bentuknya tajam dan sempit pada puncak dan lembahnya. Gelombang sinusoidal digunakan untuk mencari pendekatan gelombang reguler semntara gelombang trochidal digunakan untuk mencari pendekatan pada gelombang irreguler Dan pada dasarnya gelombang yang ditemukan dialam adalah gelombang irreguler (Bhattacharyya, 1978).



Gambar II. 3 Gelombang Irreguler

II.1.4. Wave Scatter Diagram

Wave scatter diagram adalah tabel yang menunjukkan Sifat fisik dari suatu gelombang dan biasanya mepresentasikan suatu statistik dari gelombang wilayah tersbut.Data yang dimuat dalam tabel bianya berupa hubungan antara tinngi gelombang dan peride gelombang dalam waktu tertentu dan juga jumlah kejadian dari tinggi gelombang dan periode gelombang (Boudière et al. 2013).

II.1.5. Spektrum Gelombang

Data gelombang yang diukur direpresentasikan dalam bentuk spektrum gelombang untuk analisis selanjutnya. Spektrum gelombang tersebut

direpresentasikan untuk tiap *sea-state*. Spektrum gelombang yang dipakai memiliki 2 parameter yaitu tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode *zero-up crossing* (T_z). Spektrum tersebut dapat direpresentasikan dalam spektrum Pierson-Moskowitz (ABS, 2016).

$$S_{(PM)} = \frac{H_s^2}{4\pi} \left(\frac{2\pi}{T_z} \right) \omega^{-5} \exp \left[-\frac{1}{\pi} \left(\frac{2\pi}{T_z} \right)^4 \omega^{-4} \right]$$

dimana,

$S_{(PM)}$: spektrum Pierson-Moskowitz

H_s : tinggi gelombang signifikan (m)

T_z : periode *zero-up crossing* (s)

ω : frekuensi gelombang (rad/s)

Hasselmann (1973) menganalisis data yang dikumpulkan pada *Joint North Sea Wave Observation Project* atau yang dapat disingkat JONSWAP. Hasselmann menemukan bahwa terdapat faktor tambahan pada spektrum yang sebelumnya sudah dikembangkan yaitu Pierson-Moskowitz. Maka, JONSWAP spektrum adalah spektrum Pierson-Moskowitz yang dikalikan dengan faktor *peak enhancement* γ^r (Wikiwaves, 2012).

Formulasi spectra JONSWAP akhir-akhir ini banyak dipakai dalam perancangan dan analisis bangunan lepas pantai yang dioperasikan di Indonesia. Hal ini cukup dapat dimengerti karena perairan Indonesia di mana kebanyakan bangunan lepas pantai untuk kegiatan migas dioperasikan adalah merupakan perairan kepulauan atau perairan tertutup. Namun dari sejumlah kajian, untuk perairan Indonesia disarankan memakai parameter γ yang lebih kecil, sekitar 2.0 sampai 2.5. Hal ini pada intinya adalah untuk mengurangi dominasi energi yang dikontribusikan oleh frekuensi gelombang tertentu saja (Djatkiko, 2012).

$$S_{(JWP)} = S_{(PM)} \gamma^r$$

dimana,

$S_{(JWP)}$: spektrum JONSWAP

$S_{(PM)}$: spektrum Pierson-Moskowitz

γ : faktor *peak enhancement*, untuk perairan Indonesia = 2.5

r : $\exp \left[\frac{(\omega - \omega_0)^2}{2\tau\omega_0^2} \right]$

ω_0 : frekuensi puncak gelombang (rad/s)

τ : parameter bentuk, 0.07 jika $\omega \leq \omega_0$, 0.09 jika $\omega > \omega_0$

II.1.6. Respon Amplitude Operator

Respon amplitude operation adalah sebuah fungsi dari amplitudo yang bergerak secara osilasi pada gelombang reguler. Oleh karena itu tiap 6 derajat kebebasan memiliki *respon amplitude operator* yang berbeda pula. *Respon amplitude operation* dapat diperoleh melalui hasil eksperimen atau menggunakan metode numerik. *Respon amplitude operator* termasuk Non-dimensional dan merupakan fungsi amplitudo berdasarkan frekuensi (Bhattacharyya, 1978). Formula dari *Respon amplitude operator* adalah sebagai berikut :

$$RAO_{Rotasi} = \frac{\Phi_a}{\xi_a}$$
$$RAO_{Translasi} = \frac{X_a}{\xi_a}$$

dimana,

RAO : *response amplitude operator*

X_a : Gerakan Heaving, Surge, Sway (m)

Φ_a : Gerakan Roll, Pitch, Yaw (deg)

ξ_a : amplitudo gelombang (m)

II.1.7. Spektrum Response

Response struktur pada gelombang *irregular* dapat dilakukan dengan mentransformasikan spektrum gelombang menjadi spectrum response. Spektrum response didefinisikan sebagai respons kerapatan energi pada struktur akibat gelombang. Hal ini dapat dilakukan dengan mengalikan harga kuadrat dari *Response Amplitude Operator* (RAO) dengan spektrum gelombang *encounter* (Bhattacharyya, 1978).

$$S_R = RAO^2 \alpha S_{\omega_e}$$

dimana,

S_R : spektrum response

RAO : *response amplitude operator*

S_{ω_e} : spektrum gelombang

II.1.8. Spektral Momen

Untuk mengetahui secara statistic perilaku dari struktur pada gelombang, maka dapat diterjemahkan dari spektral moment. Spectral moment tersebut digunakan dalam analisis *seakeeping* dari struktur (ABS, 2016).

$$m_n = \int_0^\infty \omega^n S_R d\omega$$

dimana,

m_n : spektral momen ke-n

S_R : spektrum respons

II.1.9. Bilge Keel

Bilge keel adalah *motion* stabilizer yang umum dipakai untuk rolling *stabilization*. Panjang bilge keel umumnya 25%- 50% dari panjang kapal dan lebarnya bervariasi dari 1-3 ft. Pada bilge keel, koefisien damping dihasilkan oleh tekanan yang terjadi pada bilge keel itu sendiri dan pada lambung kapal yang menyebabkan terjadinya gaya angkat (Ikeda et.al,2004).

Beberapa hal yang didapatkan pada saat pemasangan *bilge keel* antara lain :

1. Damping koefisien dari kapal naik dengan bertambahnya area *bilge keel* dan gerakan rolling yang terjadi sangat cepat dengan bertambahnya jarak bilge keel ke pusat gerakan roll.
2. Dengan berkurangnya rolling oleh *bilge keel* dikarenakan damping maka bilge keel efektif pada saat kapal mengalami sut oleng besar.
3. Efek *bilge keel* berbanding terbalik dengan momen inersia kapal, *bilge keel* lebih efektif pada kala yang mempunyai momen inersia yang kecil..

II.1.10. Fin stabilizer

Fin stabilizer adalah suatu peralatan roll damping system yang dipasang pada lambung kanan dan kiri kapal bagian bawah yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan kapal pada saat kapal berada di atas air dan bekerjanya berdasarkan prinsip pengontrolan posisi fin. Peralatan ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh gerakan roll (oleng) kapal yang disebabkan gelombang air laut. Tujuan dipasang fin stabilizer adalah untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang atau ABK (Anak Buah Kapal) dan keamanan peralatan didalamnya serta peningkatan akurasi sistem senjata pada kapal perang. Terutama pada kapal perang jenis kapal

cepat dan tipe patroli, dimana kapal-kapal tipe ini memiliki berat yang ringan karena sebagian dari badan kapal terbuat dari logam. Pada masa ini banyak modifikasi yang dilakukan dan mencoba mengubah prinsip Fin stabilizer untuk digunakan pada kapal supply vessel untuk mengatur aliran fluida di bawah lambung kapal dengan tujuan mengarahkan aliran fluida bawah lambung kapal agar terpusat dan menuju ke propeller dengan sempurna untuk menambah gaya dorong yang dihasilkan oleh kapal (Bhattacharaya,1972).

II.1.11. NACA 641-212

Meski *NACA* bereksperimen dengan metode teoritis perkiraan yang menghasilkan 2-Series. Melalui 5-Series, tidak satu pun pendekatan ini ditemukan secara akurat menghasilkan tingkah laku airfoil yang diinginkan. seri 6 diturunkan dengan menggunakan metode teoritis yang lebih baik, seperti seri 1, menentukan distribusi tekanan yang diinginkan dan menggunakan matematika tingkat lanjut untuk mendapatkan bentuk geometris. Tujuan dari pendekatan ini adalah merancang airfoil itu memaksimalkan wilayah di mana aliran udara tetap laminar. Dengan melakukan hal itu, tarik sedikit kisaran koefisien angkat dapat dikurangi secara substansial. Konvensi penamaan 6-series jauh lebih membingungkan dari keluarga manapun yang dibahas sejauh ini, terutama karena banyak berbeda.

Salah satu contoh umum adalah *NACA* 641-212, $a = 0.6$. Dalam contoh ini, 6 ini menunjukkan rangkaian dan menunjukkan keluarga ini dirancang untuk aliran laminar yang lebih besar dari seri 4 atau seri 5. Angka kedua, 4 adalah lokasi tekanan minimum dalam sepersepuluh chord ($0,4c$). Angka kecil 1 menunjukkan bahwa drag rendah dipertahankan pada koefisien angkat 0,1 diatas dan dibawah desain koefisien angkat ($0,2$) yang ditentukan oleh digit pertama setelah tanda hubung di persepuluh. Dua digit terakhir menentukan ketebalan dalam persentase dari chord, 12%. Pecahan yang dilambangkan a menunjukkan persentase dari airfoil dimana distribusi tekanan pada airfoil adalah seragam, 60 % dalam hal ini. Jka tidak ditentukan, jumlah diasumsikan 1, atau distribusi konstan sepanjang seluruh airfoil (*NACA*, 2010).

II.2. Kajian Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan untuk mendapatkan acuan dari penelitian sebelumnya. Dengan meninjau penelitian sejenis yang pernah dilakukan, maka

diharapkan dapat diperoleh informasi dan data yang berguna pada penelitian kali ini. Beberapa literatur yang dijadikan acuan antara lain :

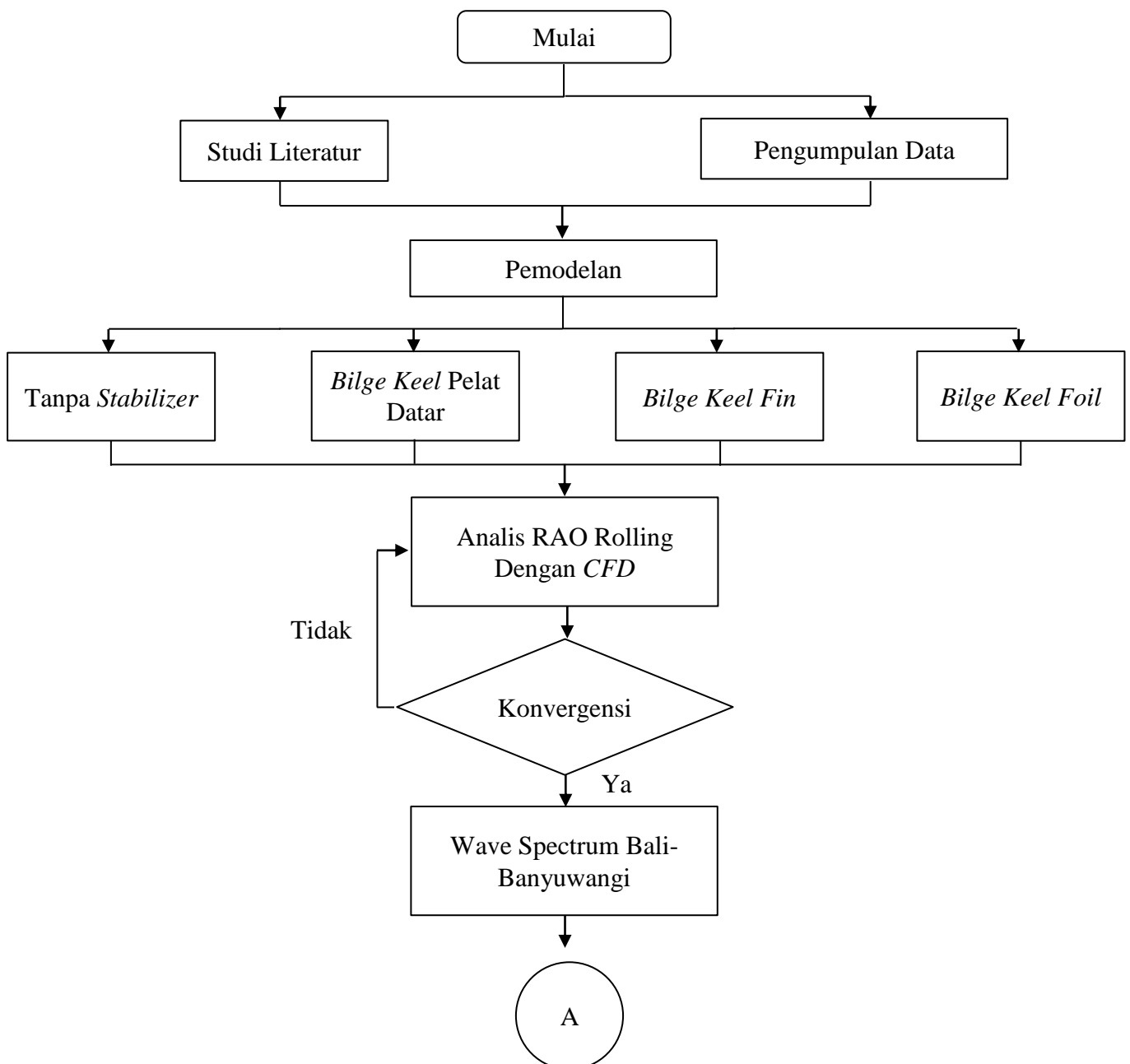
1. Chang (2008) telah melakukan metode simulasi numerik untuk memprediksi gerakan roll pada kapal . Pada penelitiannya kapal yang digunakan adalah kapal dengan ukuran panjang 166 m lebar 27.2 m tinggi 19.10 m sarat 6 m dan CB 0.66. hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penambahan bilge keel dengan ukuran 0.51 m dan panjang 45.15 akan mengurangi respon gerakan rolling sampai 25 %.
2. Martin et al (2013) telah melakukan analisis tentang kegalalan bilge keel dalam segi struktur. Hasil penelitian bahwa bilge keel bentuk fin memiliki tegangan yang lebih besar untuk karena itu perlu penambahan lubang-lubang untuk mengurangi tegangan dan mengurangi berat. Hubungan penelitian dengan tugas akhir ini hanya geometri fin.
3. Hou et al (2016) telah melakukan penelitian gerakan *roll* pada gelombang *irreguler*. Dengan menggunakan *significant roll amplitude* kita dapat mengetahui *amplitude* gerakan *roll* (RMS roll).

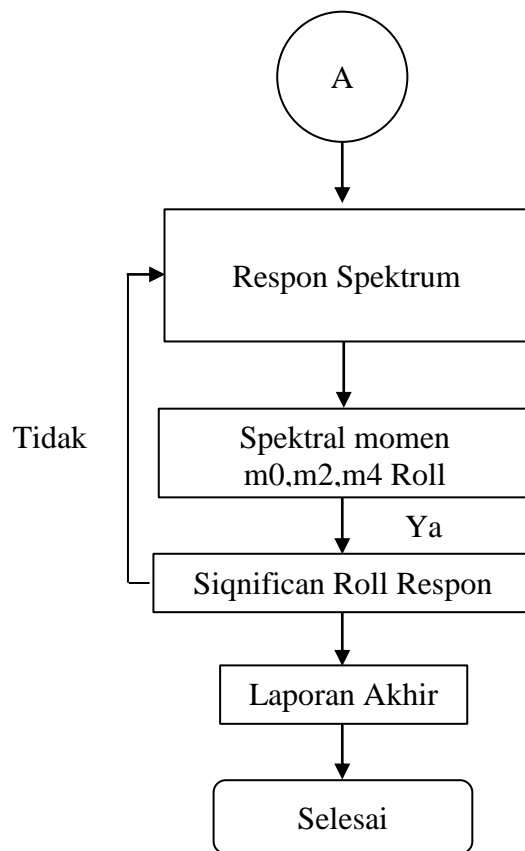
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1. Diagram Alir

Bab ini berisi mengenai bagaimana cara pengerjaan Tugas Akhir ini. Pada bab ini akan menjelaskan tahap-tahap dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Tahap-tahap pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat dalam bagan berikut ini.





III.2. Metode

Dalam Tugas Akhir ini digunakan metode yang digunakan metode analisa dan simulsai dengan CFD,serta perhitungan secara matematis.Metode yang digunakan tentunya memiliki Cara kerja yang berhubungan dengan diagram alir. Cara kerja tersebut sebagai berikut.

III.2.1.Studi Literatur & Pengumpulan Data

Studi literatur dilakukan guna lebih memahami permasalahan yang ada masalah kemudian dicarilah literatur yang terkait dengan masalah topik yang akan dianalisis. Studi literatur dilakukan dengan upaya mencai teori-teori yang berhubungan ataupun mencar hasil experimen yang pernah dilakrukan. Studi literatur pada tugas akhir ini berkaitan dengan tipe kapal yang akan dianalis , dasar teori dan apliaksi gerakan Rolling, teori –teori dan Hasil experiment tentang *Bilge Keel* pelat datar dan NACA Foil, dan tentang data Foil dari NACA series. Selain itu dilakukan

studi literatur tentang aplikasi pendukung tugas akhir ini yaitu tentang *Maxsurf*, CFD dan aplikasi lain yang mendukung.

Pengumpulan data yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu mencari data kapal yang akan dianalisis yang menunjang dalam penulisan tugas akhir ini. Selain itu data lain yang dibutuhkan yaitu data gelombang dari melalui BMKG.

III.2.2. Pemodelan

Dalam tugas akhir ini, pemodelan dilakukan dengan dua software. Software pertama adalah dengan *software Maxsurf Modeler Advanced*. *Maxsurf Modeler Advanced* digunakan untuk memodelkan lambung tanpa stabilizer dengan data utama kapal sesuai dengan data yang didapatkan. Sedangkan *Modeling 3D surface* adalah *software Modeler* untuk menambahkan *appendages* berupa stabilizer (*bilge keel* pelat datar, *bilge keel* Fin dan *bilge keel* Foil).

III.2.3. Analisa RAO dengan CFD

Setelah Pemodelan Selesai, Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mencari nilai *RAO roll* dari kapal dengan arah gelombang $0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}, 135^{\circ}, 180^{\circ}$. Tahapan-tahapan pada CFD dalam mencari nilai RAO adalah sebagai berikut.

1. Memasukkan model yang telah selesai ke *geometry*. Tujuan dari tahap ini adalah menentukan nilai dari sarat kapal (pemisah antara bagian yang tercelup air dan tidak) dan juga *LCF* kapal.
2. Tahap model dan Setup, tujuan dari tahap ini menentukan parameter pada kapal yaitu displacement kapal, letak titik berat kapal dan radius girasi kapal. Setelah parameter langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu memasukkan *meshing* (Membuat model menjadi lebih kecil / Elemen hingga) dan juga menginput nilai range frekuensi untuk *RAO*. Kemudian tahap setup terakhir yaitu menentukan output yang diperlukan yaitu *RAO roll* untuk arah $0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}, 135^{\circ}, 180^{\circ}$ dan juga hidrosatit untuk validasi dengan data kapal asli dengan model.

III.2.4. Spektrum Gelombang

Spektrum gelombang dibuat dengan bantuan *Microsoft Excel* dan juga data yang diperoleh dari BMKG. Untuk formula dari Spektrum gelombang didapatkan dari formula gabungan jonswap dan Priertson Motkovis yang memuat 2 paramater yaitu H_s dan T_z spektrum *response*.

III.2.5. Spektrum *Response*

Spektrum *response* dibuat dengan cara mengalikan kuadrat dari *response amplitude operator* dengan spektrum gelombang dan dilihat elemen dalam kurva seperti spektral moment, *zero up crossing period*, standard deviasi, dan koreksi seperti pada Bab V.

III.2.6. Kriteia Significant Roll Amplitude

Kriteia *significant roll amplitude* didapatkan dengan cara *Root mean square* dari Spektaral momen orde 1 kemudain hasil dari *Root mean square* dibandingkan dengan kriteia. Jika lebih besar dari kriteria maka hasil tidak memenuhi, jika kurang dari kriteia hasil memenuhi.

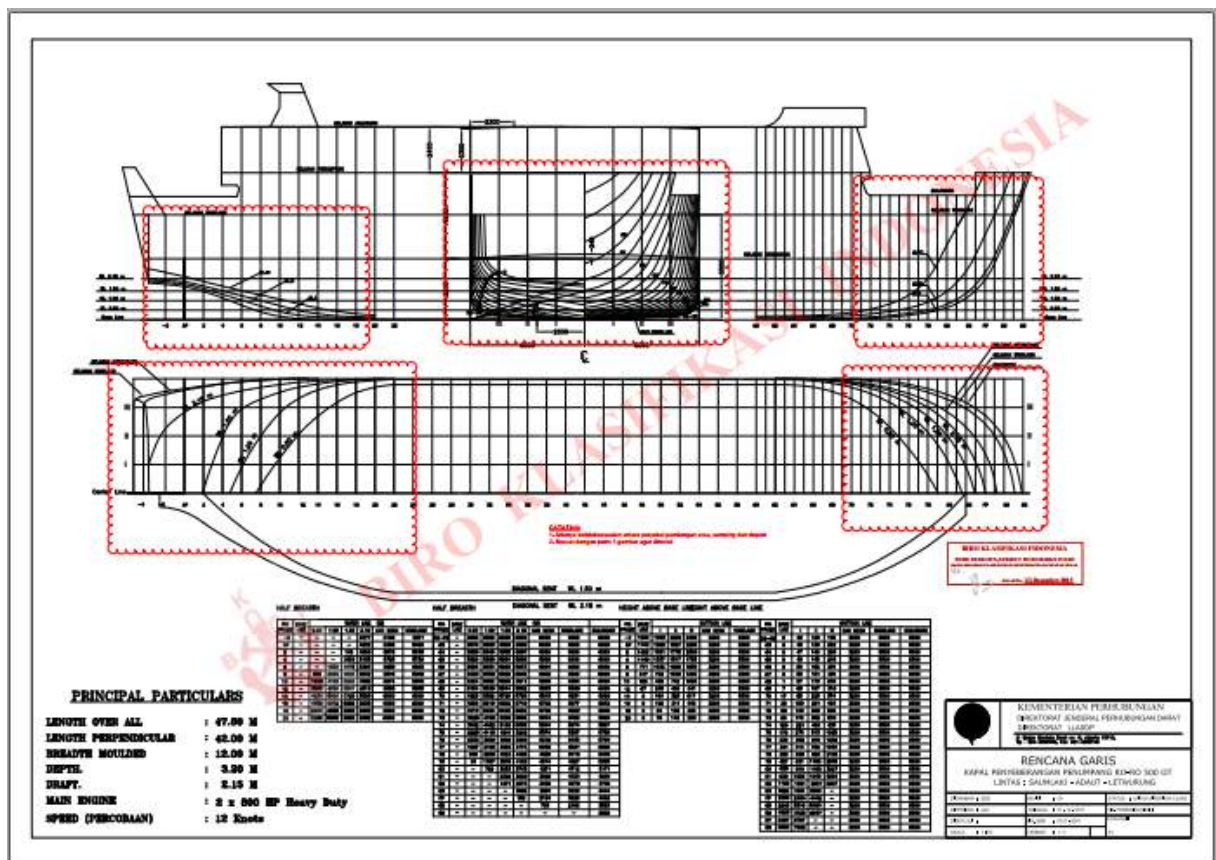
BAB IV PEMODELAN DAN SIMULASI

IV.1. Pembuatan Model Kapal

Pada bab III telah dijelaskan mengenai tahapan-tahapan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Pada bab IV akan dijelaskan mengenai bagaimana cara memodelkan lambung dengan menggunakan *Maxsurf Modeler Advanced* dan Juga *Rhinoceros* agar nantinya surface lambung dapat diterjemahkan di CFD.

IV.1.1. Data Gambar

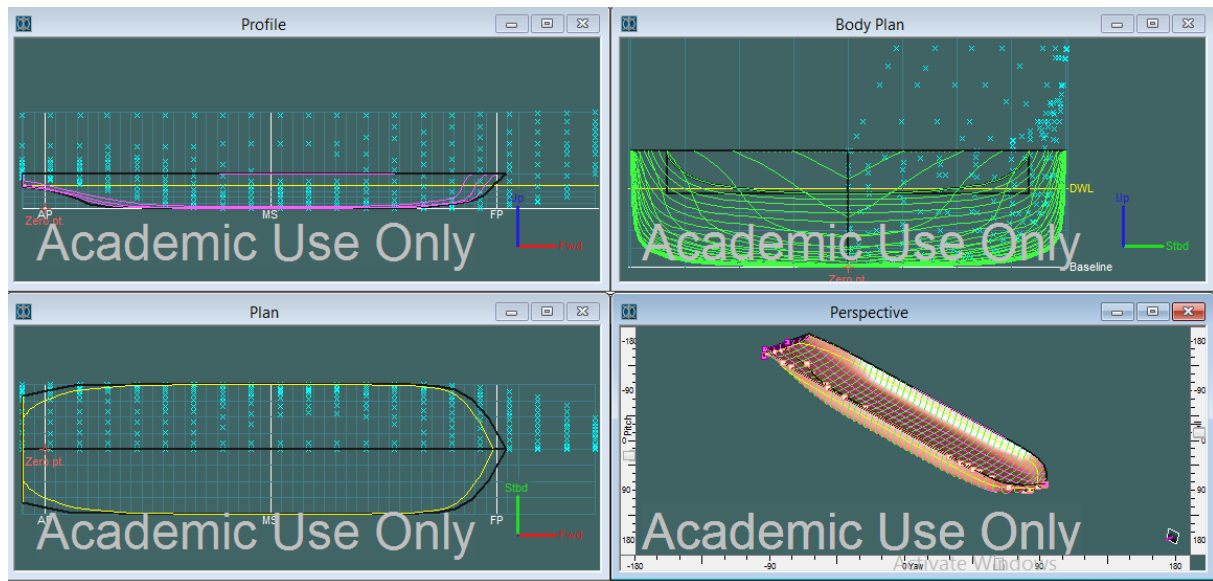
Dalam pembuatan Model awal diperlukan data berupa lines plan dan juga ukuran utama kapal menggunakan metode Distorsi. Merupakan metode pembuatan lambung kapal dengan cara dengan data lambung yang sudah ada dengan menggunakan *Maxsurf Modeler Advanced*, namun dalam metode ini tidak dilakukan perubahan dalam ukuran utama.



Gambar IV. 1 Data Lines Plan Kapal yang sudah ada

IV.1.2. Pembuatan Model Lambung Kapal

Sebelum dilakukan pemodelan pada software CFD maka model terlebih dahulu dimodelkan pada *software Maxsurf* dengan skala 1:1. Koordinat model kapal di Maxsurf disesuaikan dengan koordinat yang ada berdasarkan data linesplan kapal. Dasar pembuatan modelnya adalah surface yang merupakan bidang permukaan dan dapat dibuat menjadi berbagai bentuk model 3D dengan menambahi, mengurangi, mengubah koordinat, dan mengubah kelenturan control point.



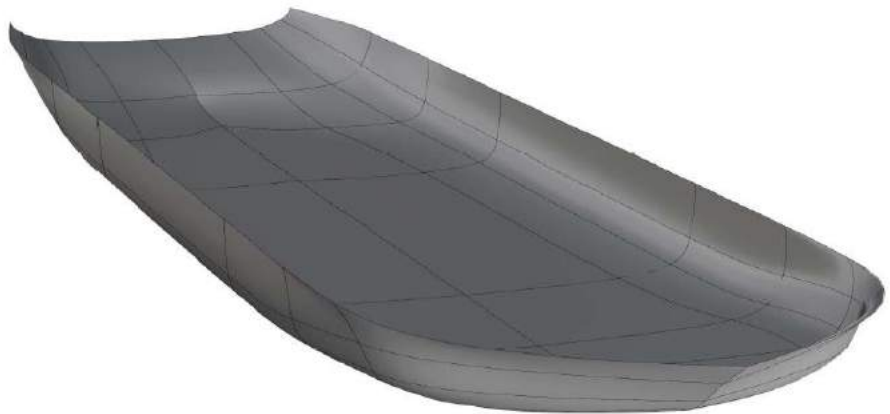
Gambar IV. 2 Model Kapal dengan Menggunakan Maxsurf Modeler Advanced.

Pada tahap berikutnya yaitu validasi nilai hidrostatik dari kapal sebenarnya dengan kapal pada model. untuk toleransi hidrosatik yaitu 2%. Nilai dari validasi hidrostatik dapat dilihat dalam tabel IV.1

Tabel IV. 1 Validasi hidrostatik Maxsurf dengan data kapal sesungguhnya

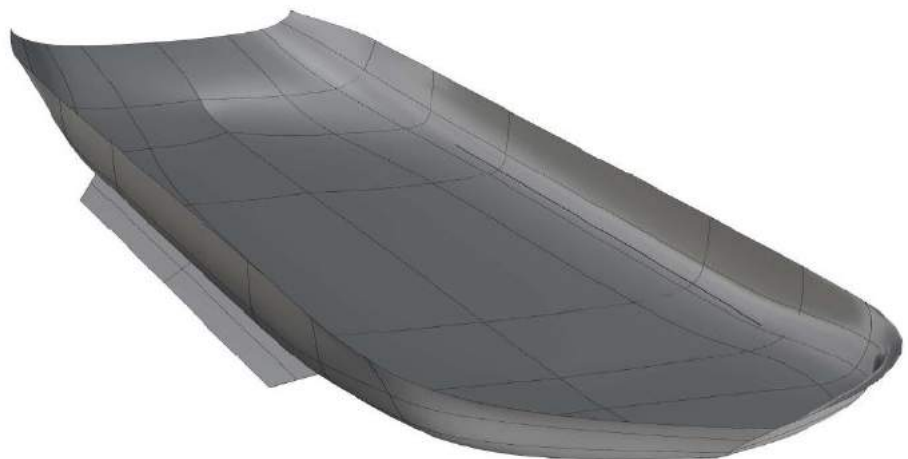
No.	Komponen	Nilai		Unit	Selisih
		Data Kapal	Data Maxsurf		
1	Loa	47.6	47.6	m	0.00%
2	B	12	12	m	0.00%
3	H	3.2	3.2	m	0.00%
4	T	2.15	2.15	m	0.00%
5	Displacement	843.8	843	ton	0.09%
6	Cb	0.726	0.731		-0.69%
7	Cm	0.923	0.934		-1.19%
8	Cp	0.786	0.783		0.38
9	WPA	483.22	481.003	m ²	0.45%
10	WSA	571.592	579.760	m ²	-1.4%
11	LCB	21.105	20.902	m	0.96%
12	KB	1.209	1.204	m	0.41%

Setelah validasi selesai tahap yang berikutnya dilakukan adalah mengubah model dalam bentuk format .3dm untuk nantinya model diubah di *software Rhinoceros*. Untuk model tanpa stabilizer model dibuka pada *Software Modeling 3D surface* tanpa mengubah bentuk model dan di simpan kembali dalam bentuk format .iges sesuai format *CFD*.

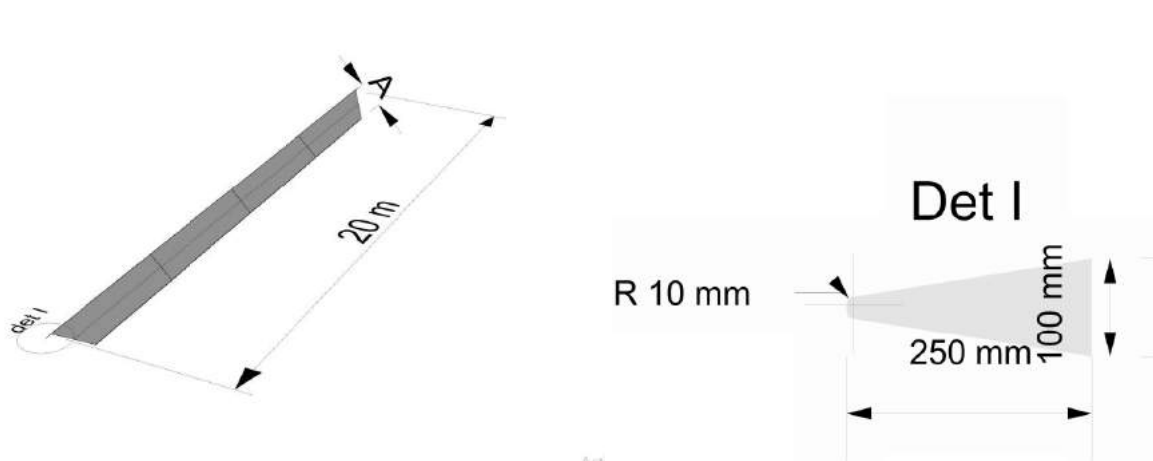


Gambar IV. 3 Model kapal Tanpa Stabilizer Pada Software Modeling 3D Surface

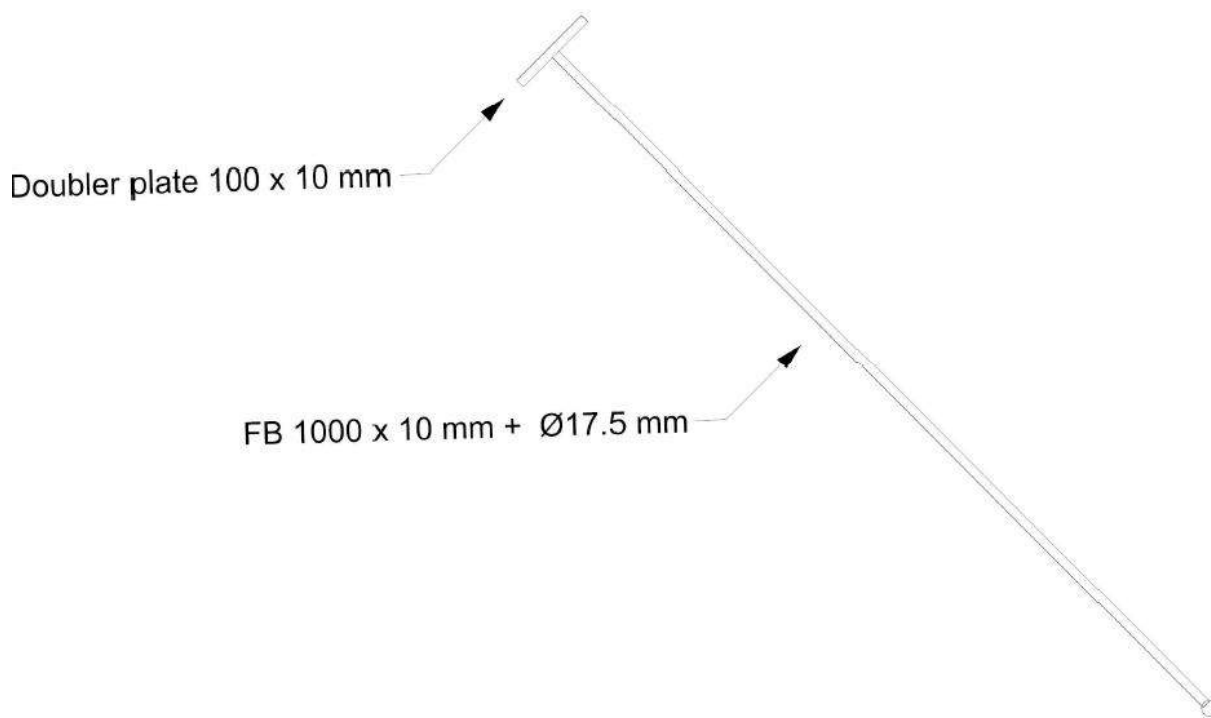
Untuk lambung menggunakan *Bilge keel* pelat Permodelan dilakukan dengan *Software Modeling 3D surface* dengan model lambung awal, namun dalam model ini ditambahkan model bilge keel dengan ukuran panjang 20 m , tebal 10 mm dan lebar 1 m dan juga sudut 45 derajat.



Gambar IV. 4 Model kapal *Bilge keel* Pelat Pada Software Modeling 3D Surface



Gambar IV. 5 Model dan dimensi bilge keel pelat

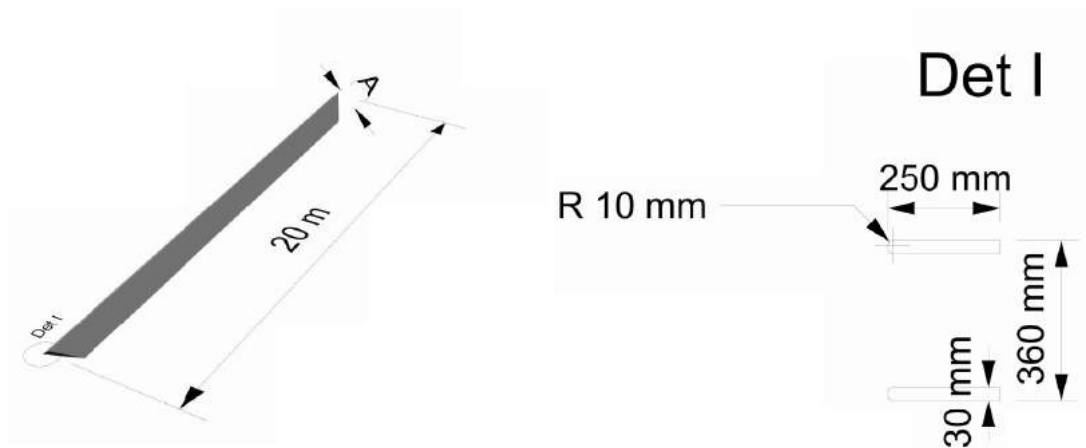


Gambar IV. 6 Detail penampang melintang A (bilge keel pelat)

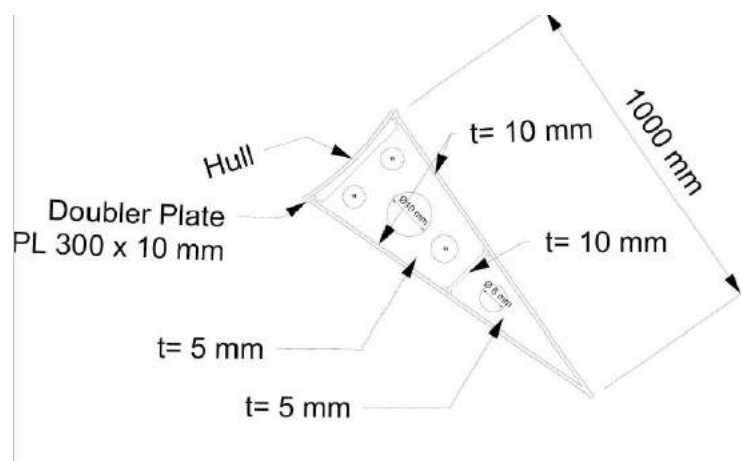
Untuk lambung menggunakan *Bilge Keel* fin Permodelan dilakukan dengan Software Modeling 3D surface dengan model lambung awal, namun dalam model ini ditambahkan model fin dengan ukuran panjang 20 m , lebar 1 m dan juga sudut 45 derajat.



Gambar IV. 7 Model kapal *Bilge Keel* Fin dengan Software Modeling 3D Surface.



Gambar IV. 8 Model dan dimensi bilge keel fin



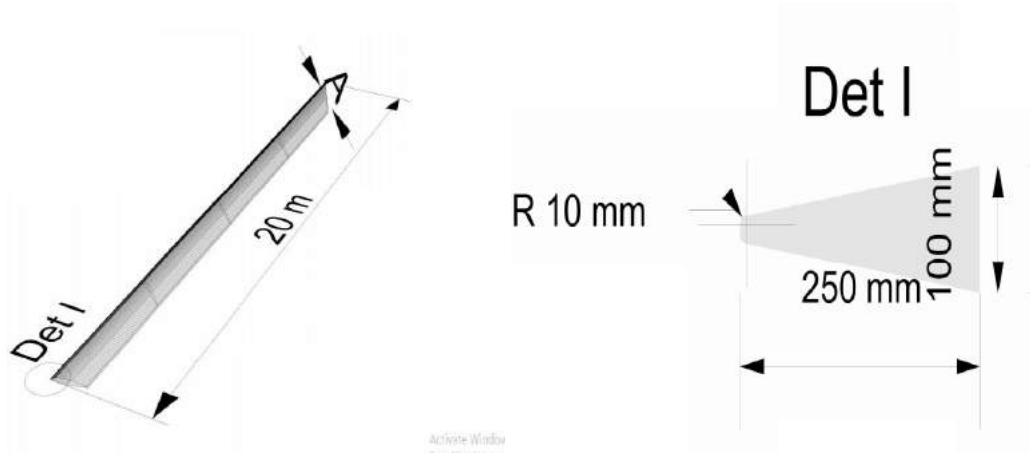
Gambar IV. 9 Detail penampang melintang A (bilge keel fin)

Untuk lambung menggunakan *Bilge Keel* foil Permodelan dilakukan dengan Software Modeling 3D surface dengan model lambung awal, namun dalam model ini

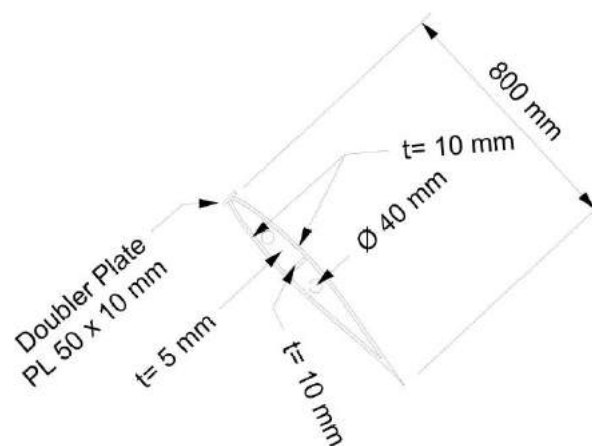
ditambahkan model foil NACA 641-212 dengan ukuran panjang 20 m juga sudut 45 derajat.



Gambar IV. 10 Model kapal foil NACA 641-212 dengan software Rhinoceros.



Gambar IV. 11 Model dan dimensi bilge keel fin



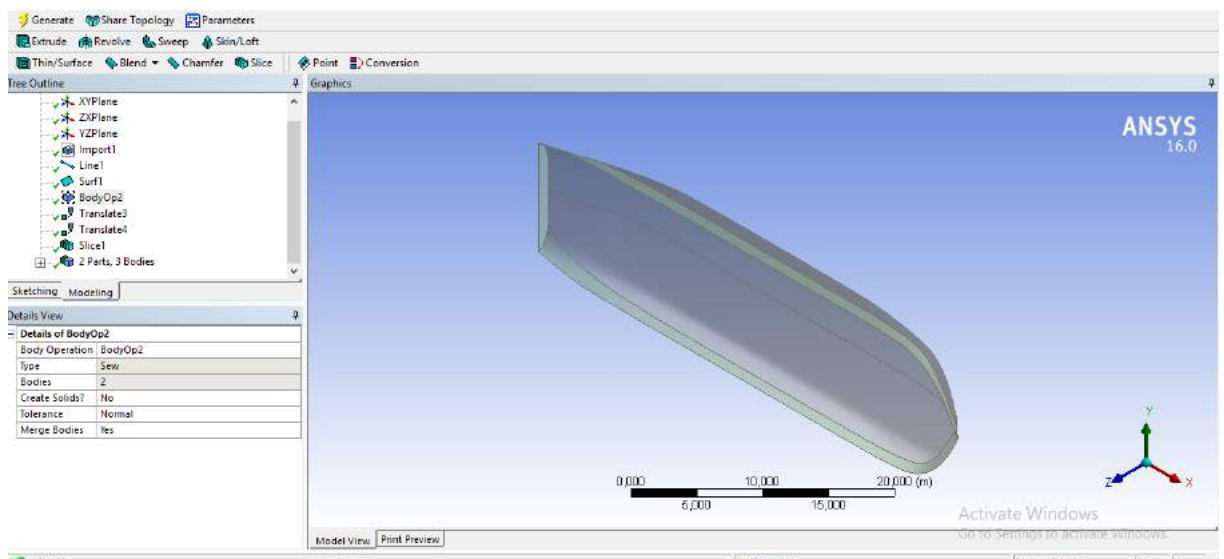
Gambar IV. 12 Detail penampang melintang A (bilge keel foil)

IV.1.3. Proses Simulasi dengan CFD.

Seperti yang dijelaskan Pada bab III proses simulasi pada CFD ada 2 tahap yaitu :

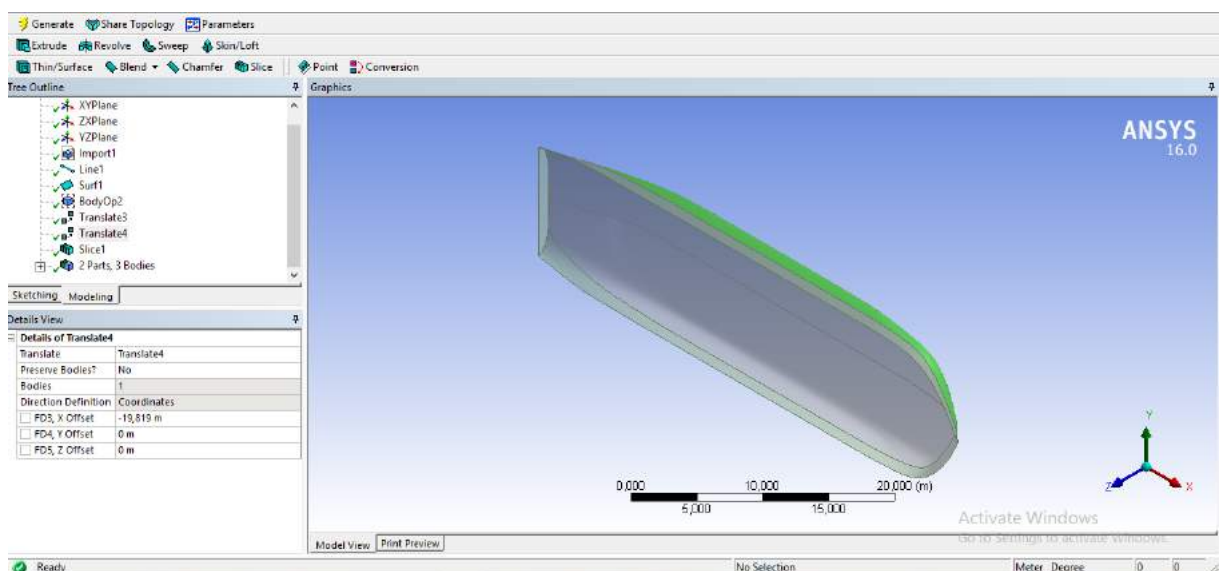
A. Tahap Geometri

1. Mengimpor model *surface* dari *software* yang dapat menerjemahkan *surface* sebelumnya.
2. Membuat model dalam 1 kesatuan dengan perintah *Body operation*.



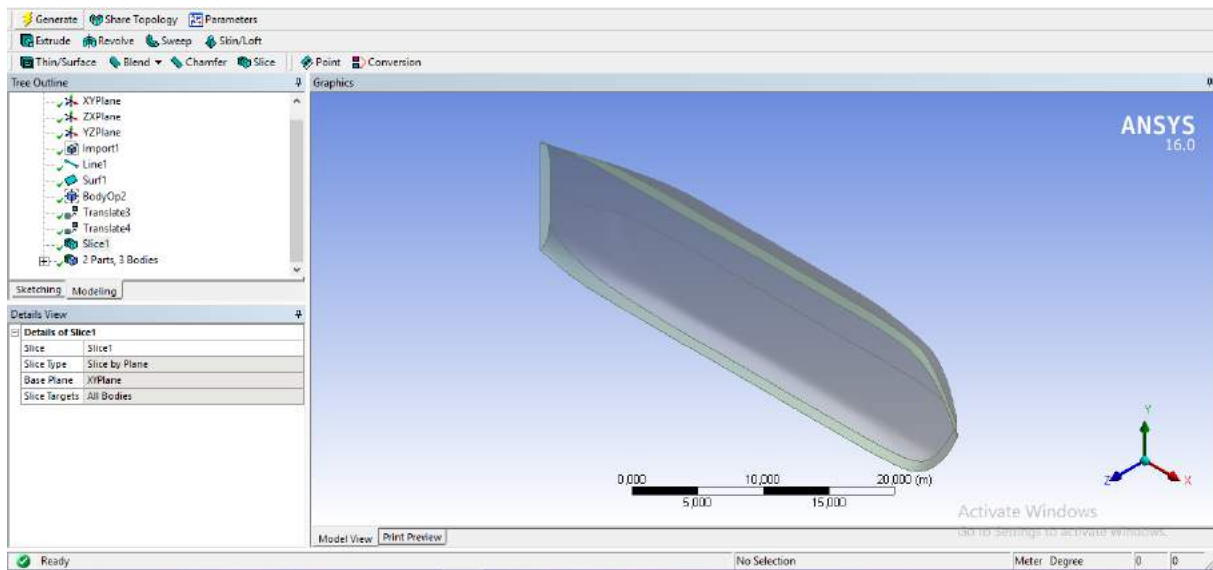
Gambar IV. 13 Proses Body Operation

3. Mendefinisikan letak LCF dan nilai sarat dengan perintah Translate.



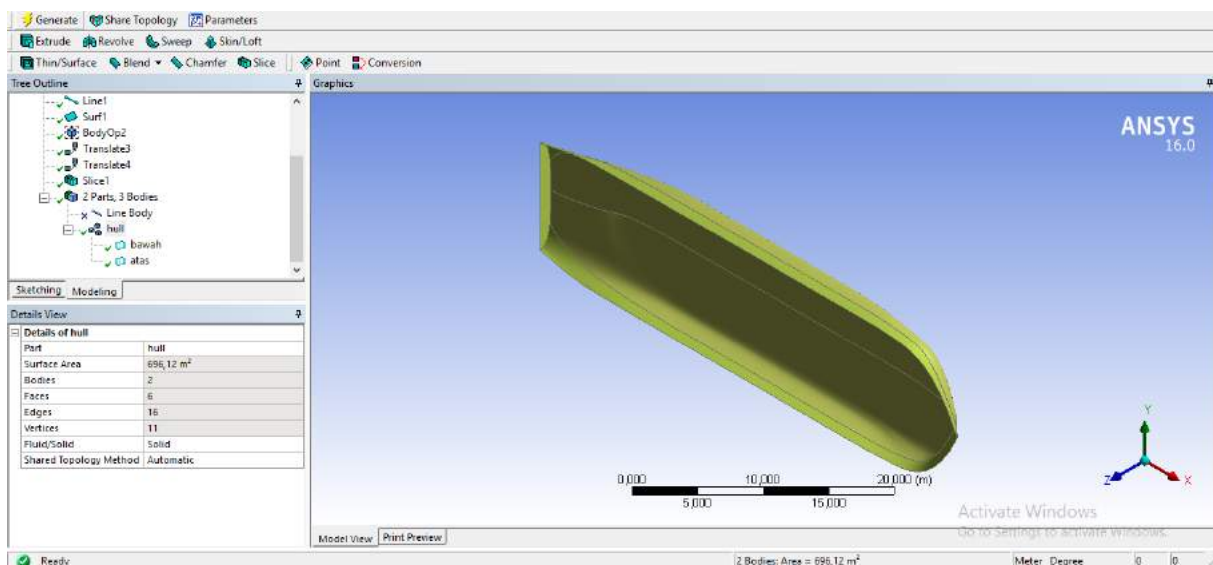
Gambar IV. 14 Proses Translate

4. Membedakan daerah atas sarat dan daerah bawah sarat dengan Perintah *Slice*.



Gambar IV. 15 Proses Slice

5. menggabungkan daerah bawah dan atas agar menjadi 1 kesatuan lambung utuh kapal bawah sarat dan atas sarat dengan perintah *from new part*.



Gambar IV. 16 Menggabungkan 2 part dalam CFD

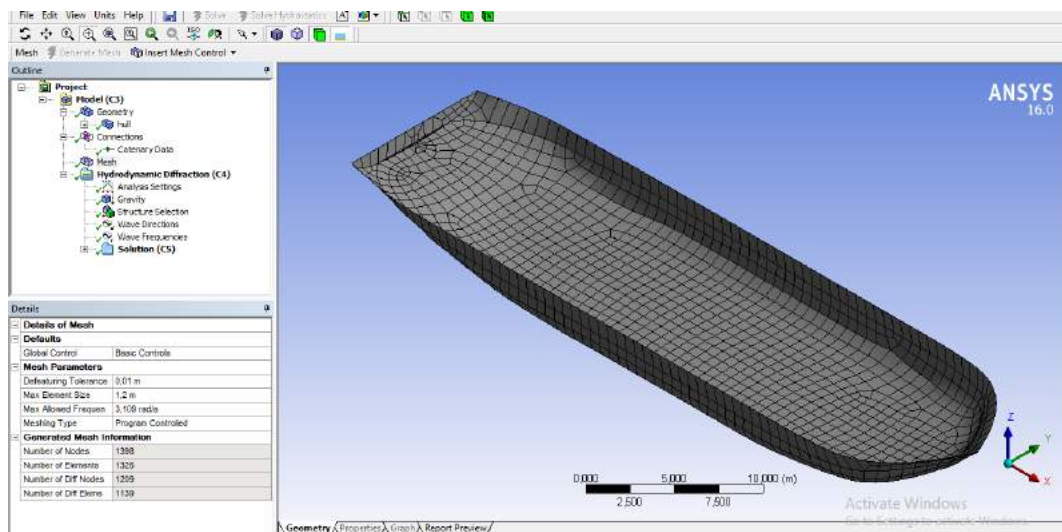
B. Tahap Model

1. Menentukan nilai Point off Mass yang terdiri dari massa kapal jarak LCG dari LCF dan nilai KG dari sarat. Nilai radius girasi (K_{xx} , K_{yy} , k_{zz}).

Details	
Details of Point Mass	
Name	Point Mass
Visibility	Visible
Activity	Not Suppressed
<input type="checkbox"/> X	-0,315 m
<input type="checkbox"/> Y	0.0 m
<input type="checkbox"/> Z	0.0 m
Mass Definition	Manual
<input type="checkbox"/> Mass	843000 kg
Define Inertia Values	via Radius of Gyration
<input type="checkbox"/> Kxx	4,08 m
<input type="checkbox"/> Kyy	11 m
<input type="checkbox"/> Kzz	11,44 m
Ixx	14032915,2 kg.m ²
<input type="checkbox"/> Ixy	0.0 kg.m ²

Gambar IV. 17 Point Of Mass

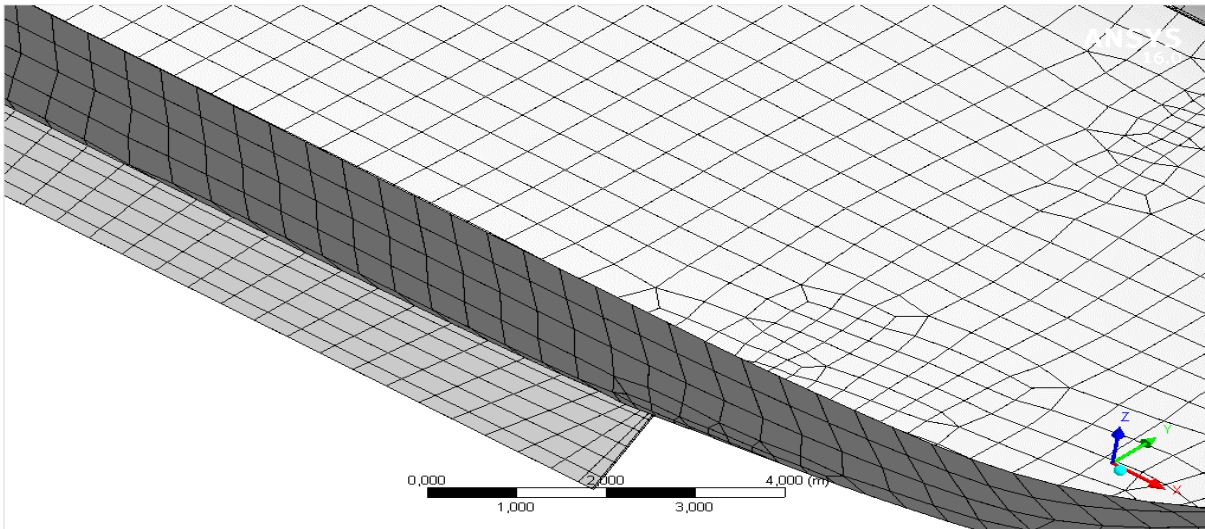
- Menentukan besar ukuran *mesh* atau panel yang digunakan. Pada tahap ini, besarnya frekuensi natural yang akan dihasilkan *mesh* harus diperhatikan dengan frekuensi gelombang agar tidak terjadi kesamaan nilai.



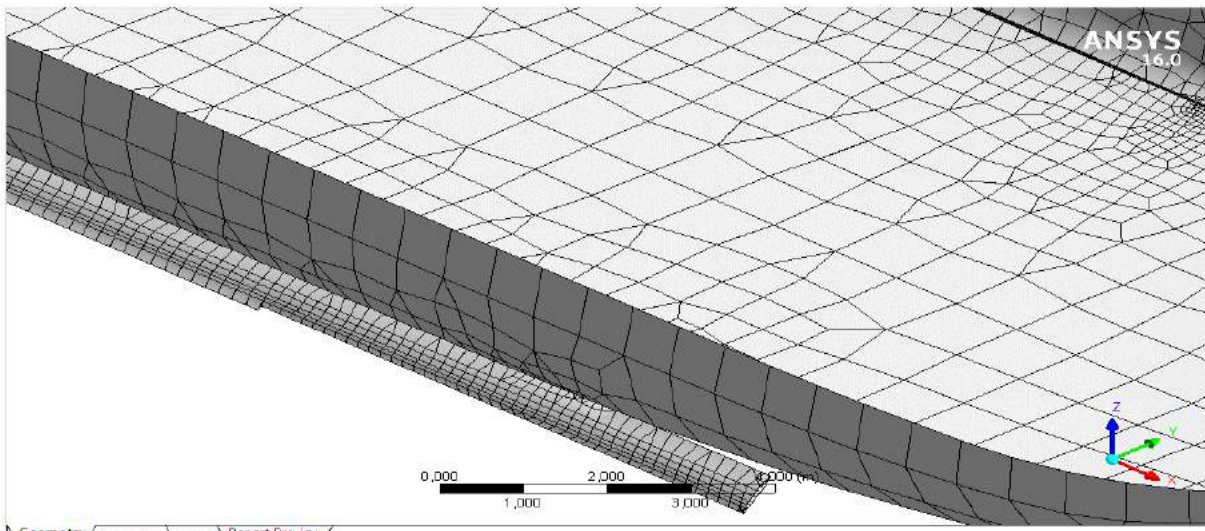
Gambar IV. 18 Meshing Tanpa Stabilizer

C. Hasil Meshing

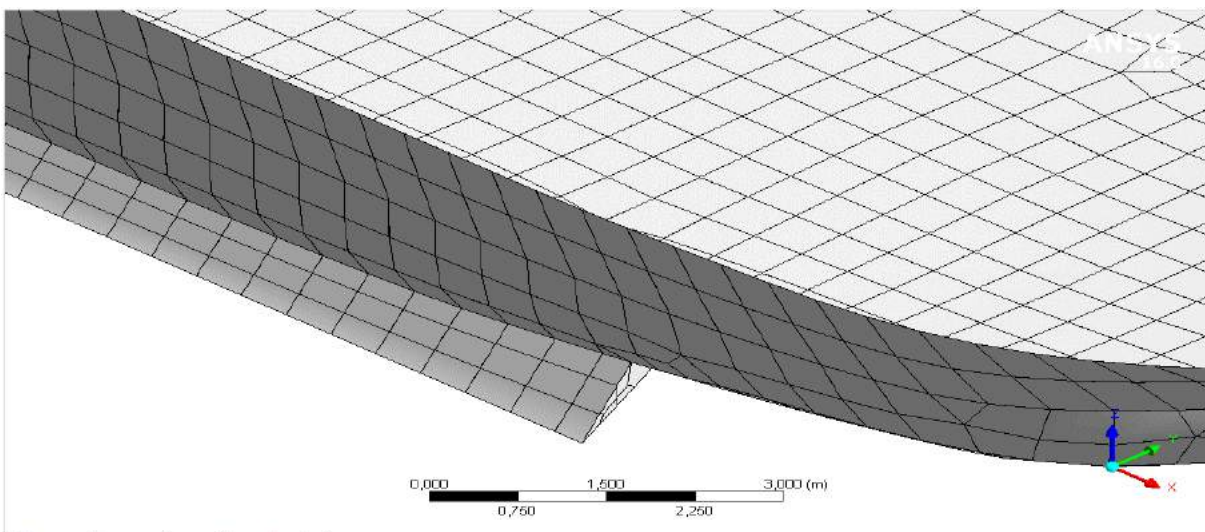
pada gambar IV.19, gambar IV.20 , gambar IV.21 merupakan hasil *meshing* dari penampang 3D model dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* foil, *bilge keel* fin dengan toleransi elemen sebesar 0.01 m. Dalam meshing digunakan model tanpa memotong bagain depan dan belakan *bilge keel* pelat, *bilge keel* foil, *bilge keel* fin dikarenakan hasil analisa tidak berbeda jauh.



Gambar IV. 19 meshing bilge keel pelat



Gambar IV. 20 meshing bilge keel foil



Gambar IV. 21 meshing bilge keel fin

IV.2. Validasi

Pada tugas akhir ini, tahap validasi diperlukan untuk mengecek kesamaan model dengan data. Validasi dilakukan dengan 2 parameter yaitu validasi hidrostatik dan menggunakan *grid independence* nilai *RAO*.

IV.2.1. Validasi Hidrostatik

Validasi kesamaan parameter hidrostatik dilakukan dengan cara menyamakan data hidrostatik yang dihasilkan *CFD* dengan data yang kapal sesungguhnya. Validasi dapat dilihat pada Tabel IV. 2

Tabel IV. 2 Validasi Hidrostatik

Parameter	Aqwa	Data kapal	Selisih
Volume Displacement	822.89703	823.21951	0.04 %
WPA	481.64487	483.220	0.4 %
LCB	20.913	21.105	0.9 %
KB	1.2035	1.209	0.45 %

Pada Tabel IV. 2, selisih perbedaan antara model dengan data berkisar antara 0.04% hingga 0.9%. Selisih tersebut mendapatkan toleransi karena perbedaan model dengan data masih dibawah 2%.

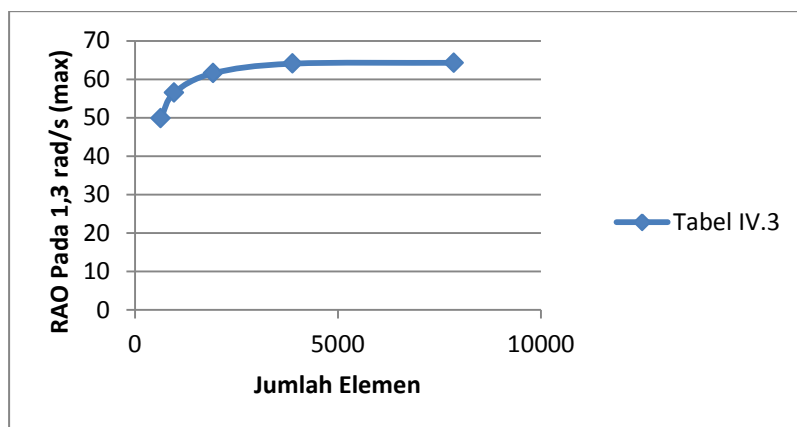
IV.2.2. Grid Indepence nilai RAO

Selain membandingkan dengan hasil validasi hidrostatik, metode yang dapat digunakan untuk membuktikan keakuratan hasil dari simulasi *CFD* ini adalah dengan metode *grid independence*. Maksud dari *Grid Independence* ini adalah hasil dari simulasi *CFD* yang ditampilkan telah tidak dipengaruhi oleh jumlah total elemen dari model uji. Jumlah total elemen dari model uji dapat mempengaruhi hasil dari simulasi *CFD*. Dengan jumlah total elemen yang lebih besar dapat menghasilkan hasil yang lebih mendekati nilai aslinya. Tetapi dengan jumlah elemen yang lebih besar tersebut dapat memerlukan waktu iterasi yang lebih lama. Maka metode *grid independence* ini perlu dilakukan sehingga dapat menghasilkan hasil yang paling optimal yang artinya selisih persentase hasil dari simulasi *CFD* tersebut terhadap jumlah total elemen kurang dari 2% sehingga waktu iterasi yang dihasilkan dapat relatif minimum. Selain dari jumlah total elemen. *Grid Independence* harus dilakukan pada tiap model dikarenakan jumlah elemen dari tiap model tidaklah sama. Pada tabel IV.3 IV.5 IV.7

IV.9 menunjukkan *Grid Independence* untuk kapal tanpa Stabilizer, dengan *Bilge keel* pelat, *Bilge Keel* Foil, dan *Bilge Keel* Fin. Pada Gambar IV. 22 IV.23 IV.24 IV.25 menunjukkan grafik *Grid Independence* untuk Tiap model.

Tabel IV. 3 Grid Independence Kapal Tanpa Stabilizer

Run	Size (m)	Node	Element	Diffraction Node	Diffraction Element	Maximum RAO
1	2.5	483	452	349	320	49.870
2	1,5	966	912	807	750	61.242
3	1,05	1932	1849	1576	1495	61.571
4	0.6	3882	3807	2757	2666	64.065
5	0.5	7855	7680	6578	6411	64.282



Gambar IV. 22 Grid Independence pada kapal tanpa stabilizer

Pada Tabel IV. 3 dan Gambar IV.22 menunjukkan grid independence untuk kapal tanpa menggunakan Stabilizer, semakin besar nilai elemen size semakin besar juga jumlah elemen meshingnya. Untuk presentasi perbedaan RAO ditampilkan dalam Tabel IV.4.

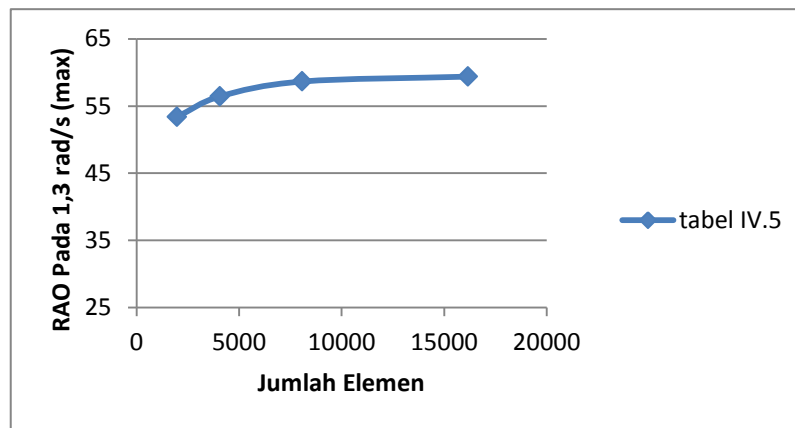
Tabel IV. 4 Selisih Hasil antara tiap Running Tanpa Stabilizer

Run	Selisih
1&2	11.692%
2&3	8.280%
3&4	3.893%
4&5	0.338%

Pada Tabel IV.4 selisih dipresentasikan perbedaan nilai RAO maximum antara tiap Running, selisih antara Run 1 dan 2 adalah 11.692 % , Selisih antara run 2 dan 3 adalah 8.280 % , Selisih antara Run 3 dan 4 adalah 3.893 % , Selisih antara 4 dan 5 adalah 0.338 % . Dari hasil selisih maka dipilih Run 4 dengan jumlah elemen sebesar 3807 .

Tabel IV. 5 Grid Independence Kapal dengan Bilge Keel Pelat Datar

<i>Run</i>	<i>Size (m)</i>	<i>Node</i>	<i>Element</i>	<i>Diffraction Node</i>	<i>Diffraction Element</i>	<i>Maximum RAO</i>
1	1,6	1974	1977	1814	1812	53.392
2	0.9	4087	4071	3671	3661	56.437
3	0,6	8135	8088	7156	7115	58.652
4	0,4	16203	16159	14242	14207	59.378



Gambar IV. 23 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel Pelat Datar

Pada Tabel IV. 5 dan Gambar IV.23 menunjukkan grid independence untuk kapal tanpa menggunakan Bilge Keel pelat datar, semakin besar nilai elemen size semakin besar juga jumlah elemen meshingnya. Untuk presentasi perbedaan RAO ditampilkan dalam Tabel IV.6.

Tabel IV. 6 Selisih Hasil antara tiap Running Bilge Keel

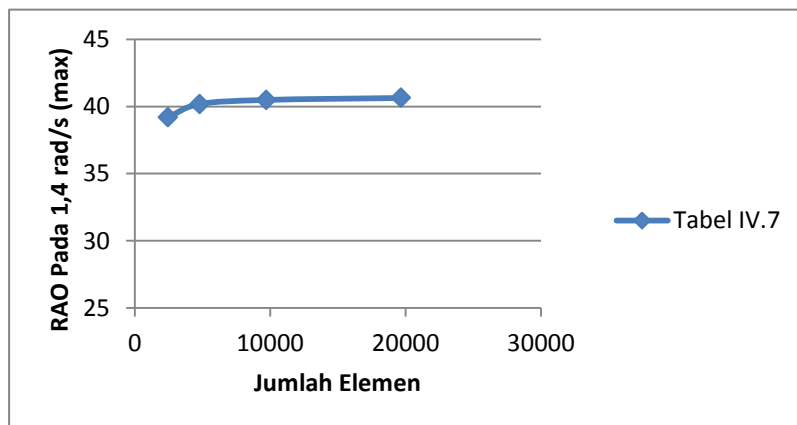
Run	Selisih
1&2	5.395 %
2&3	3.777 %

3&4	1.223 %
-----	---------

Pada Tabel IV.6 selisih dipresentasikan perbedaan nilai RAO maximum antara tiap Running, selisih antara Run 1 dan 2 adalah 5.395 % , Selisih antara run 2 dan 3 adalah 3.777 % , Selisih antara Run 3 dan 4 adalah 1.223 % . Dari hasil selisih maka dipilih Run 3 dengan jumlah elemen sebesar 8088 .

Tabel IV. 7 Grid Independence Kapal dengan Bilge Keel NACA Foil.

<i>Run</i>	<i>Size (m)</i>	<i>Node</i>	<i>Element</i>	<i>Diffraction Node</i>	<i>Diffraction Element</i>	Maximum RAO
1	2,5	2448	2592	2291	2416	39.186
2	1,3	4789	4941	2622	4778	40.177
3	0,6	9712	9759	8793	8848	40.484
4	0.37	19676	19679	17415	17431	40.632



Gambar IV. 24 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel NACA Foil

Pada Tabel IV. 7 dan Gambar IV.24 menunjukkan grid independence untuk kapal tanpa menggunakan Bilge Keel NACA Foil, semakin besar nilai elemen size

semakin besar juga jumlah elemen meshingnya. Untuk presentasi perbedaan RAO ditampilkan dalam Tabel IV.6.

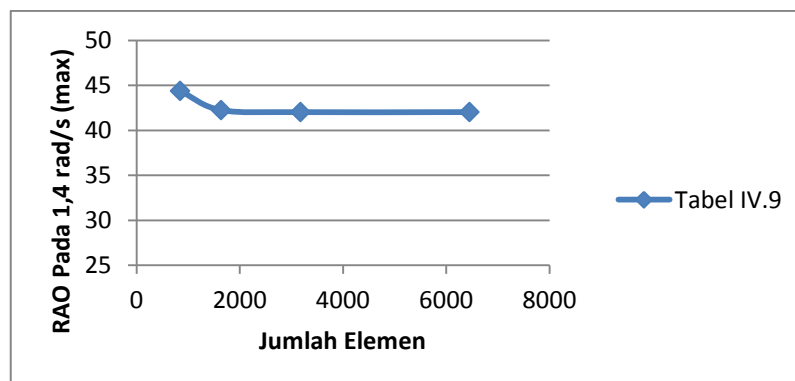
Tabel IV. 8 Selisih Hasil antara tiap Running NACA Foil

Run	Selisih
1&2	2.467 %
2&3	0.758 %
3&4	0.364 %

Pada Tabel IV.8 selisih dipresentasikan perbedaan nilai RAO maximum antara tiap Running, selisih antara Run 1 dan 2 adalah 5.044 % , Selisih antara run 2 dan 3 adalah 0.528 % , Selisih antara Run 3 dan 4 adalah 0.014%. Dari hasil selisih maka dipilih Run 3 dengan jumlah elemen sebesar 9759 .

Tabel IV. 9 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel Fin

Run	Size (m)	Node	Element	Diffraction Node	Diffraction Element	Maximum RAO
1	3,2	839	846	692	674	44.377
2	1,4	1665	1643	1514	1494	42.246
3	0,89	3236	3183	2816	2769	42.024
4	0,6	6540	6453	5561	5485	42.0299



Gambar IV. 25 Grid Independence pada kapal dengan Bilge Keel Fin

Pada Tabel IV. 9 dan Gambar IV.25 menunjukkan grid independence untuk kapal tanpa menggunakan Bilge Keel Fin, semakin besar nilai elemen size semakin besar juga jumlah elemen meshingnya. Untuk presentasi perbedaan RAO ditampilkan dalam Tabel IV.8.

Tabel IV. 10 Selisih Hasil antara tiap Running Bilge Keel Fin

Run	Selisih
1&2	5.044 %
2&3	0.528 %
3&4	0.014 %

Pada Tabel 10 selisih dipresentasikan perbedaan nilai RAO maximum antara tiap Running, selisih antara Run 1 dan 2 adalah 5.044 % , Selisih antara run 2 dan 3 adalah 0.528 % , Selisih antara Run 3 dan 4 adalah 0.014 %. Dari hasil selisih maka dipilih Run 4 dengan jumlah elemen sebesar 6453.

BAB V

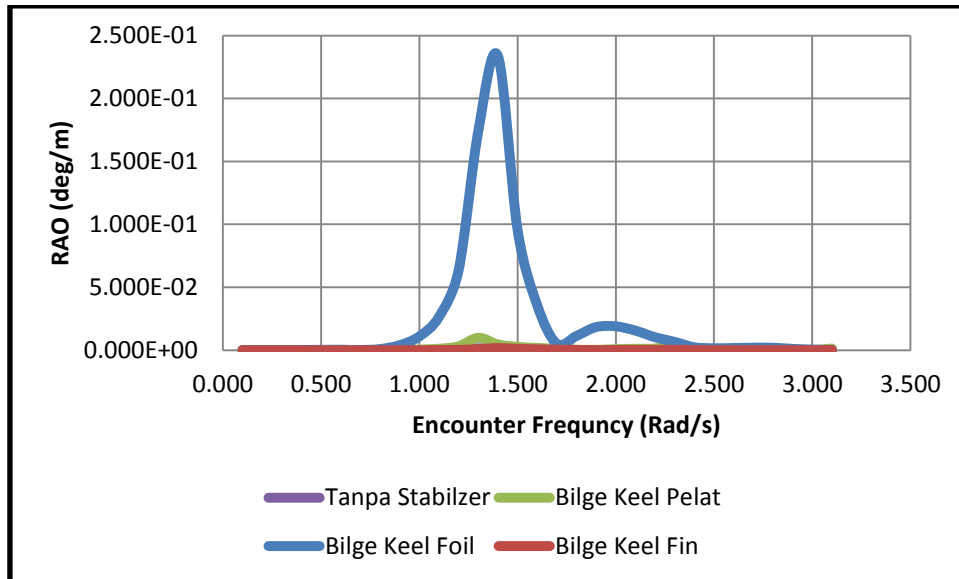
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

V.1. Pendahuluan

Pada Bab V akan dibahas mengenai *Respon Amplitude Operator* kapal tanpa bilge keel , dengan *bilge keel* pelat , dengan *bilge keel* fin dan dengan *bilge keel* foil dengan sudut hadap 0^0 , 45^0 , 90^0 , 135^0 dan 180^0 yang diperoleh menggunakan *CFD* serta Analisa Respon Spektrum dari kapal *Ro-Ro* dengan menggunakan Spektrum gelombang gabungan antara Jonswap yang menggunakan 2 parameter yaitu H_s (*Significant Wave Height*) dan T_z (*Up Crossing Zero Period*) dan Setelah itu dilakukan pengecekan kriteria dengan menggunakan kriteria dari *Cruikshank & Landsberg (2011) RMS of Rolling Motion* dan *Management level navigators inquiry results Roll Motion Amplitude*(2011).

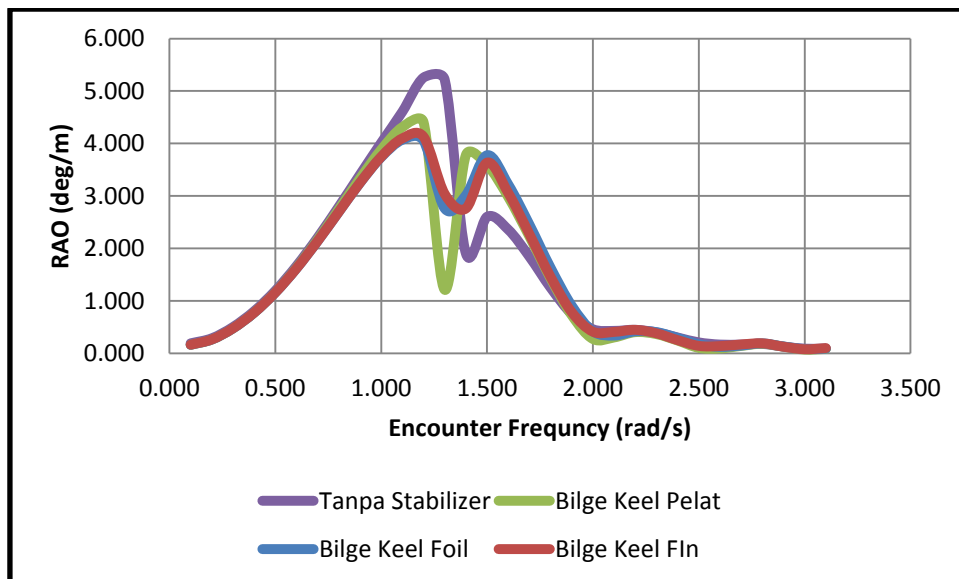
V.2. RAO Rolling (Respon Amplitude Operator)

RAO rolling didapatkan dengan *CFD*. *RAO Rolling* yang akan di analisis adalah *RAO rolling* dengan sudut hadap 0^0 , 45^0 , 90^0 , 135^0 dan 180^0 kapal tanpa stabilizer ,dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* fin dan *bilge keel* foil. Gambar V.1 menunjukkan *RAO* kapal pada sudut 0^0 tanpa stabilizer, dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* fin dan *bilge keel* foil. Gambar V.2 menunjukkan *RAO* kapal pada sudut 45^0 tanpa stabilizer, dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* fin dan *bilge keel* foil. Gambar V.3 menunjukkan *RAO* kapal pada sudut 90^0 tanpa stabilizer, dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* fin dan *bilge keel* foil. Gambar V.4 menunjukkan *RAO* kapal pada sudut 135^0 tanpa stabilizer, dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* fin dan *bilge keel* foil. Gambar V.5 menunjukkan *RAO* kapal pada sudut 180^0 tanpa stabilizer, dengan *bilge keel* pelat, *bilge keel* fin dan *bilge keel* foil. Pada kurva sumbu x merupakan frekuensi encounter dalam rad/s dan sumbu y merupakan *RAO* dalam deg/m. Hasil dari *RAO rolling CFD* dapat dilihat pada lampiran A.



Gambar V. 1 RAO Rolling sudut Hadap 0°

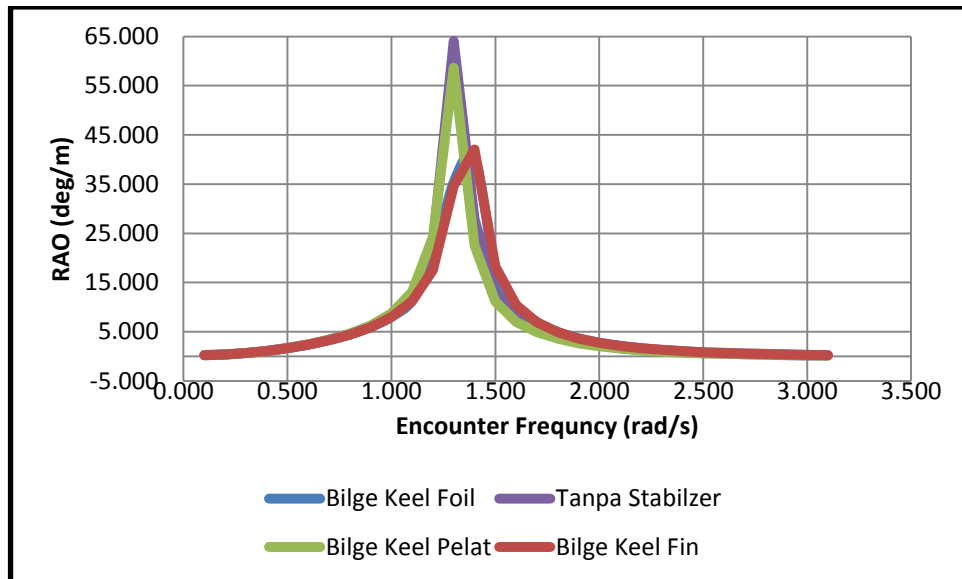
Dapat diperhatikan pada gambar V.1 puncak *RAO bilge keel foil* terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai *RAO* 0.2338 deg/m, puncak *RAO bilge keel fin* terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 0.001728 deg/m, puncak *RAO bilge keel pelat* terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 0.00987 deg/m, puncak *RAO tanpa stabilizer* terjadi pada frekuensi 1,3 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 0.001533deg/m. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel foil* dan nilai puncak minimum terjadi pada *tanpa bilge keel pelat*.



Gambar V. 2 RAO Rolling sudut Hadap 45°

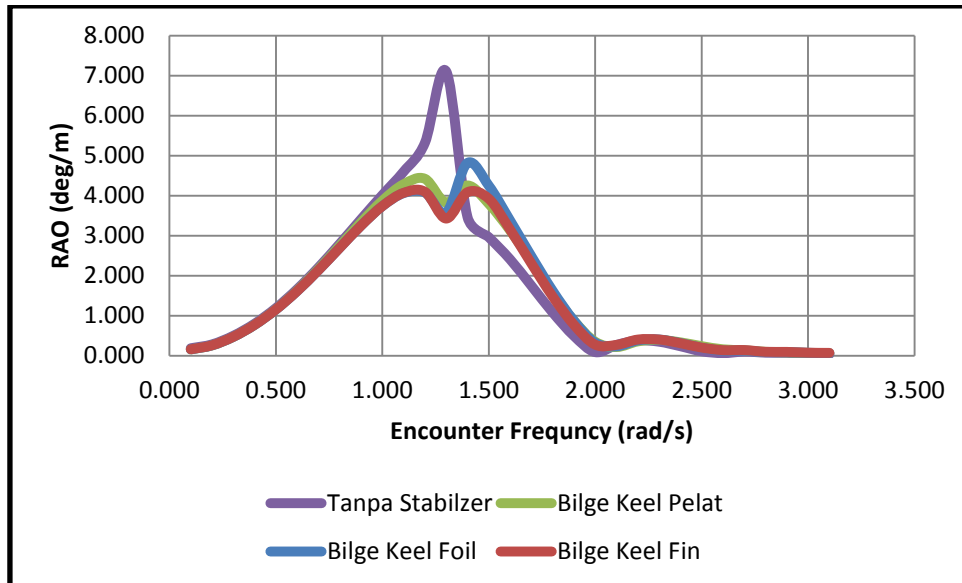
Dapat diperhatikan pada Gambar V.2 puncak *RAO bilge keel foil* terjadi frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai *RAO* 4.070 deg/m, puncak *RAO bilge keel fin* terjadi pada frekuensi 1.2

rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 4.128 deg/m, puncak *RAO bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.2 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 4.405 deg/m, puncak *RAO* tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.2 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 5.257 deg/m. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil.



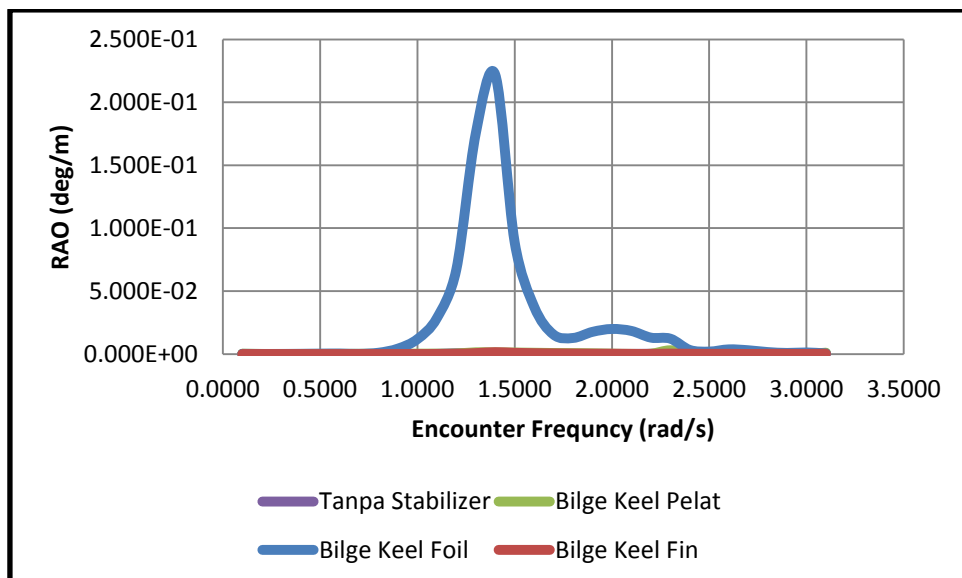
Gambar V. 3 RAO Rolling sudut Hadap 90°

Dapat diperhatikan pada Gambar V.3 puncak *RAO bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 40.484 deg/m, puncak *RAO bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 42.030 deg/m, puncak *RAO bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 58.652 deg/m, puncak puncak *RAO* tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 64.065 deg/m. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil.



Gambar V. 4 RAO Rolling sudut Hadap 135⁰

Dapat diperhatikan pada gambar V.4 puncak *RAO bilge keel foil* terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai *RAO bilge keel foil* terjadi frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 4.819 deg/m, puncak *RAO bilge keel fin* terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 4.096 deg/m, puncak *RAO bilge keel pelat* terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 4.422 deg/m, puncak *RAO tanpa stabilizer* terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 7.106 deg/m. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel foil*.



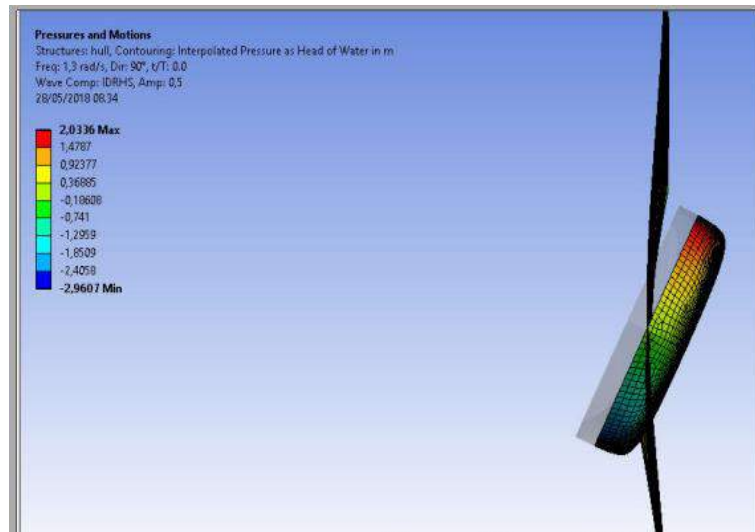
Gambar V. 5 Rolling sudut Hadap 180⁰

Dapat diperhatikan pada gambar V.5 puncak *RAO bilge keel foil* terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai *RAO bilge keel foil* terjadi frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 0.222 deg/m, puncak *RAO bilge keel fin* terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai *RAO* sebesar 0.00149 deg/m, puncak *RAO bilge keel pelat* terjadi pada

frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 0.002995 deg/m, puncak puncak *RAO* tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.2 rad /s dengan nilai *RAO* sebesar 0.000674 deg/m. dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer.

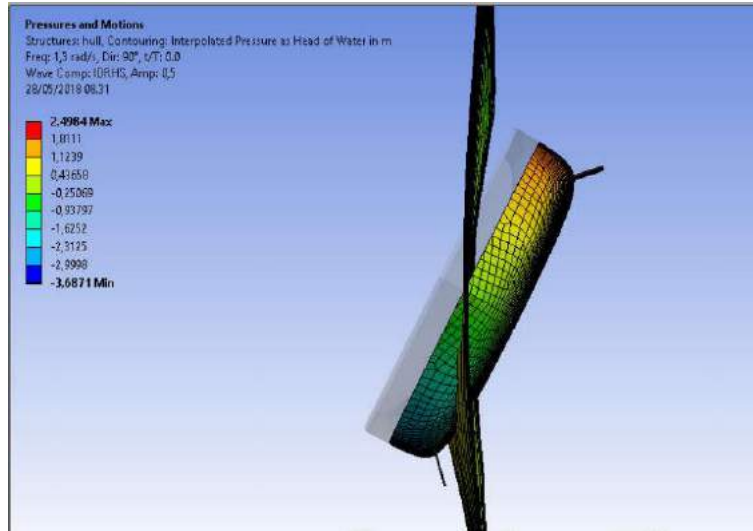
V.3. *Motion and Pressure*

Motion and Pressure didefinisikan sebagai 6 derajat kebebasan kapal dimana kapal dapat mengalami kejadian tersebut. *Motion and Pressure* didapatkan dengan *CFD* dimana diambil *Motion and Pressure* nilai *RAO* terbesar tiap gerakan. Hasil dari *CFD Motion and Pressure* dapat dilihat pada lampiran A.



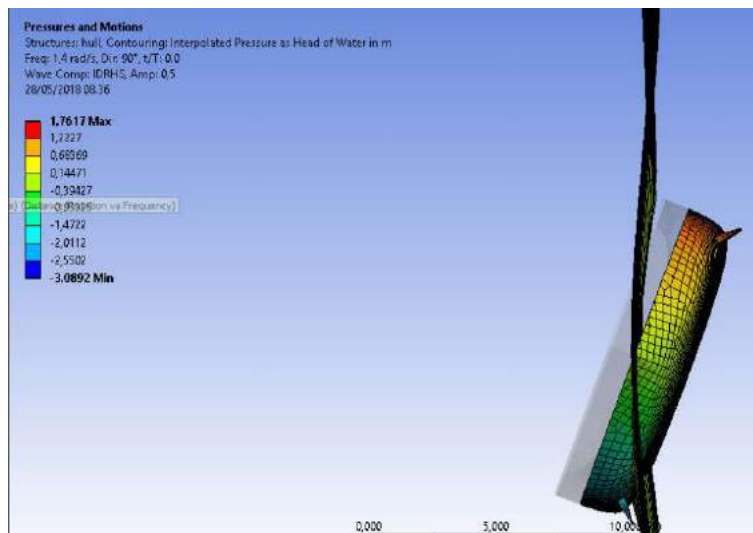
Gambar V. 6 Pressure dan Motion Tanpa Stabilizer

Dapat diperhatikan pada gambar V.6 *Pressure and Motion* maximum yang terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan *Pressure* sebesar 2.0336.



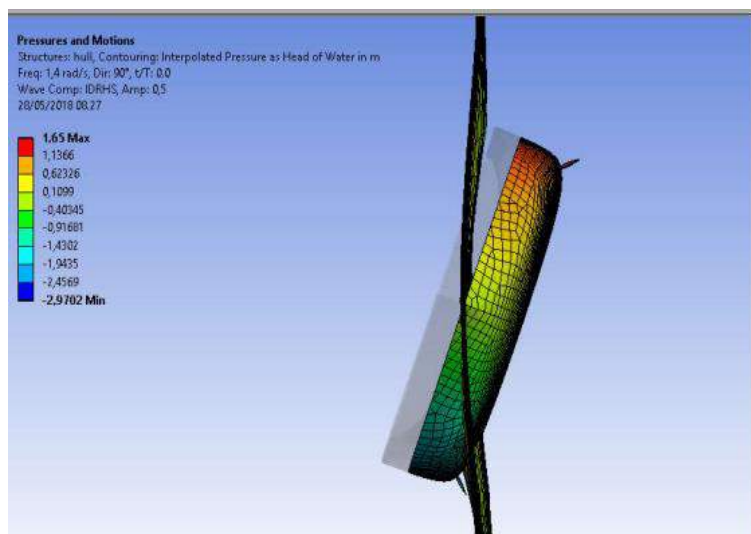
Gambar V. 7 Pressure dan Motion *Bilge Keel Pelat*

Dapat diperhatikan pada gambar V.7 *Pressure and Motion* maximum yang terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan *Pressure* sebesar 2.4984



Gambar V. 8 Pressure dan Motion *Bilge Keel Fin*

Dapat diperhatikan pada gambar V.8 *Pressure and Motion* maximum yang terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan *Pressure* sebesar 1.76

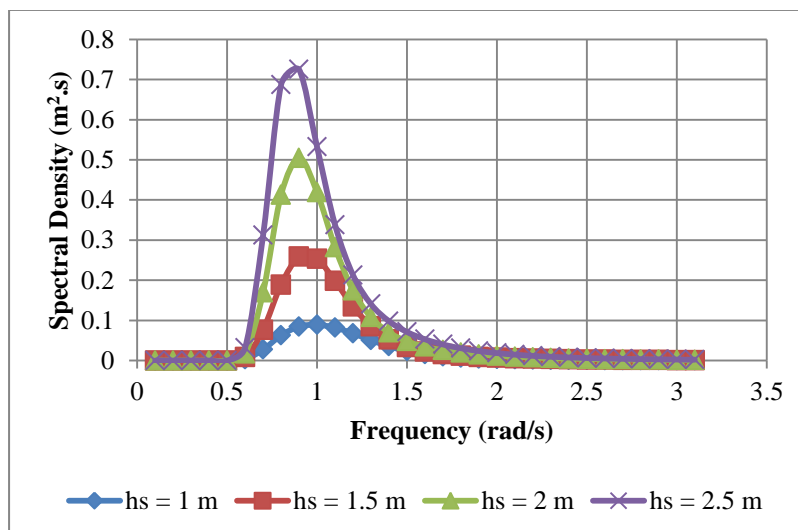


Gambar V. 9 Pressure dan Motion Bilge Keel Foil

Dapat diperhatikan pada Gambar V.8 Pressure and Motion maximum yang terjadi pada frekuensi 1,4 rad/s dengan Preesure sebesar 1.65

V.4. Spektrum Gelombang

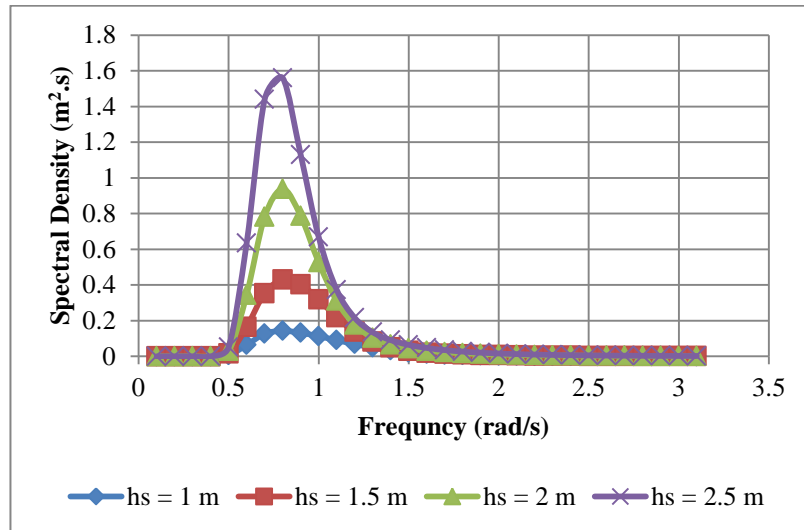
Pada tugas akhir ini, spektrum gelombang mengacu pada spektrum *Jonswap* yang menggunakan 2 parameter. Spektrum gelombang tersebut diplot dengan sumbu x merupakan frekuensi encounter (rad/s) dan sumbu y merupakan spectral density (m^2/s). Data gelombang dan hasil perhitungan spektrum geombang dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar V. 10 Spektrum Gelombang Tz = 5 s

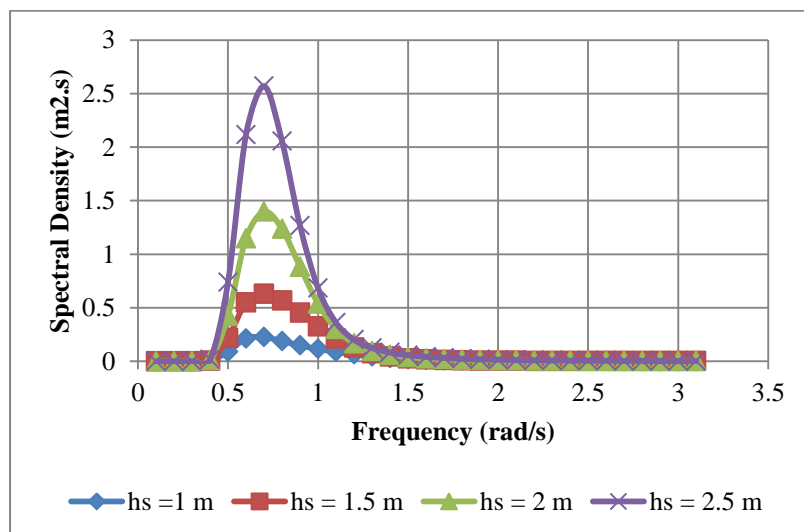
Dapat diperhatikan pada gambar V.10 puncak respon spektrum untuk $h_s = 1$ meter terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai *spectral density* $0.089 m^2.s$, puncak respon spektrum untuk $h_s = 1.5$ meter terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai *spectral density* $0.2586 m^2.s$, puncak respon spektrum untuk $h_s = 2$ meter terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s

dengan nilai *spectral density* $0.505 \text{ m}^2.\text{s}$, puncak respon spektrum untuk $h_s=2.5$ meter terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai *spectral density* $0.725 \text{ m}^2.\text{s}$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada $h_s=2.5$ meter dan nilai puncak minimum terjadi pada $h_s=1$ meter.



Gambar V. 11 Spektrum Gelombang $T_z = 6 \text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.10 puncak respon spektrum untuk $h_s=1$ meter terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai *spectral density* $0.143 \text{ m}^2.\text{s}$, puncak respon spektrum untuk $h_s=1.5$ meter terjadi pada frekuensi 0.8 rad/s dengan nilai *spectral density* $0.430 \text{ m}^2.\text{s}$, puncak respon spektrum untuk $h_s=2$ meter terjadi pada frekuensi 0.8 rad/s dengan nilai *spectral density* $0.938 \text{ m}^2.\text{s}$, puncak respon spektrum untuk $h_s=2.5$ meter terjadi pada frekuensi 0.8 rad/s dengan nilai *spectral density* $1.560 \text{ m}^2.\text{s}$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada $h_s=2.5$ meter dan nilai puncak minimum terjadi pada $h_s=1$ meter.

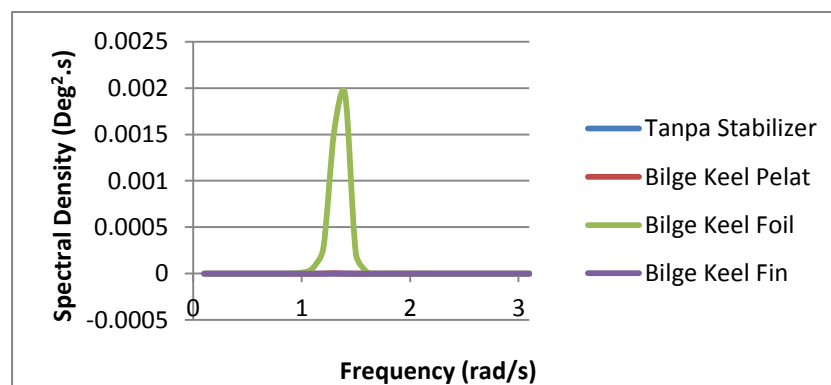


Gambar V. 12 Spektrum Gelombang $T_z = 7 \text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.10 puncak respon spektrum untuk $h_s=1$ meter terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai *spectral density* 0.143 $m^2.s$, puncak respon spektrum untuk $h_s=1.5$ meter terjadi pada frekuensi 0.8 rad /s dengan nilai *spectral density* 0.430 $m^2.s$, puncak respon spektrum untuk $h_s=2$ meter terjadi pada frekuensi 0.8 rad /s dengan nilai *spectral density* 0.938 $m^2.s$, puncak respon spektrum untuk $h_s=2.5$ terjadi pada frekuensi 0.8 rad /s dengan nilai *spectral density* 1.560 $m^2.s$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada $h_s=2.5$ meter dan nilai puncak minimum terjadi pada $h_s=1$ meter.

V.5. Respon Spektrum

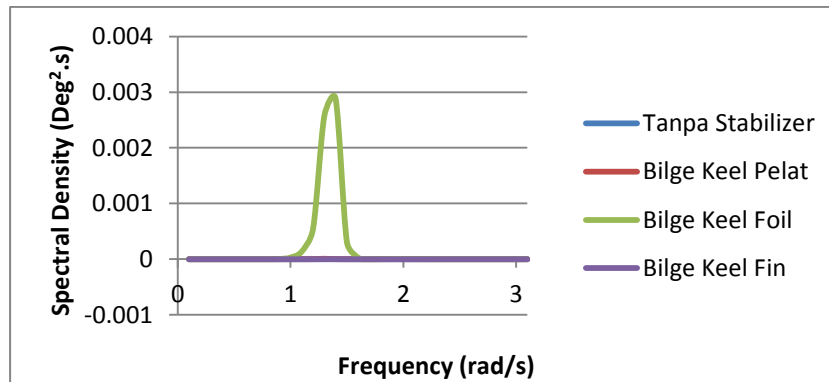
Respon spektrum didapatkan dengan cara mengalikan rao pangkat dua dengan spektrum gelombang. Sumbu X menunjukkan frekuensi (rad/s) dan Sumbu Y menunjukkan Respon Spektrum ($deg^2.s$). Pada grafik ini dihitung pula nilai momen spektral orde ke -0 yang merupakan fungsi luasan kurva yang pada Sub BAB ini digunakan sebagai pembanding pengaruh pemasangan *bilge keel foil*, *bilge keel fin* dan *bilge keel pelat* terhadap momen spektral dan nilai maximum kurva. Hasil perhitungan respon spektrum dapat dilihat pada lampiran C.



Gambar V. 13 Respon Spektrum heading 0° $h_s= 1$ m $T_z=5$ s

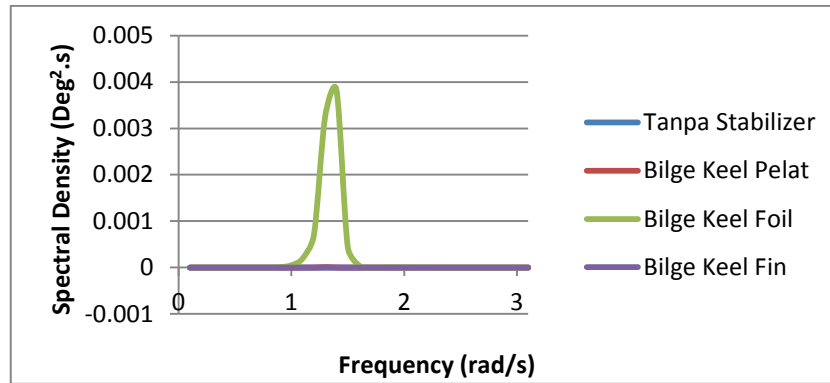
Dapat diperhatikan pada gambar V.13 puncak respon spektrum *bilge keel foil* terjadi pada frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.001938 $deg^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.2 \times 10^{-4} deg^2$, puncak respon spektrum *bilge keel fin* terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $1.60 \times 10^{-7} deg^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.1 \times 10^{-8} deg^2$, puncak respon spektrum *bilge keel pelat* terjadi pada frekuensi 1,3 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.94 \times 10^{-6} deg^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.49 \times 10^{-7} deg^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1,3 rad /s nilai respon sebesar $1.19 \times 10^{-7} deg^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.73 \times 10^{-8} deg^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel*

foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 24278 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 21% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 30.74 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



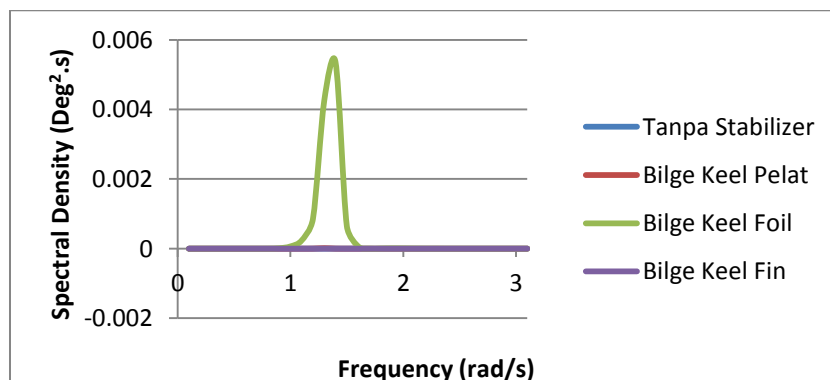
Gambar V. 14 Respon Spektrum heading 0° hs= 1.5 m Tz=5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.14 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.00288 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 6.67×10^{-4} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar 1.57×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.22×10^{-8} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 8.29×10^{-6} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 9.38×10^{-7} deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 2×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.86×10^{-8} deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 23336 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 12 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 30.81 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 15 Respon Spektrum heading 0° hs= 2 m Tz=5 s

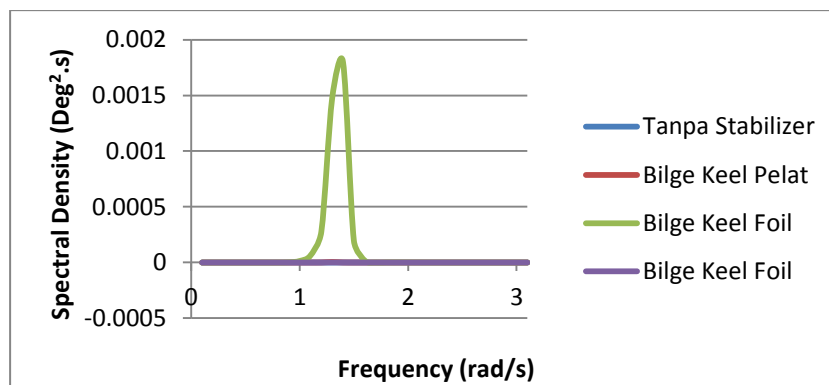
Dapat diperhatikan pada gambar V.15 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.00382 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 8.78×10^{-4} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar 2.09×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.33×10^{-8} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.05×10^{-5} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.22×10^{-6} deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 2.54×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.78×10^{-8} deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 23249 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 14 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 31.31 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 16 Respon Spektrum heading 0° hs= 2.5 m Tz=5 s

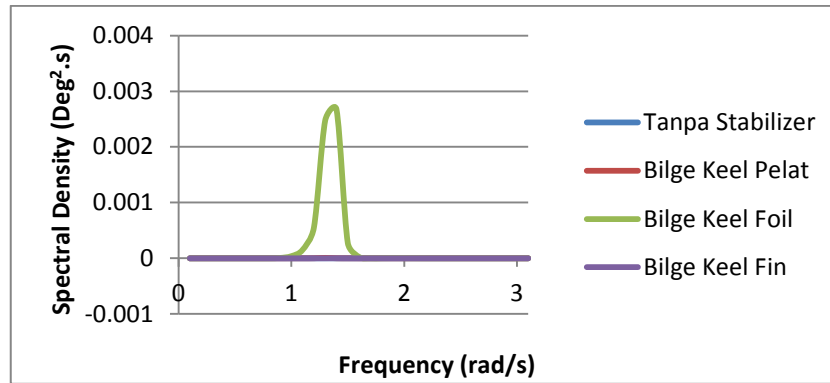
Dapat diperhatikan pada gambar V.16 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.005357 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.19×10^{-3} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi

1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $2.93 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.04 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.37 \times 10^{-5} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.6 \times 10^{-6} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $3.31 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.06 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 23553 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 19 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 30.63 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



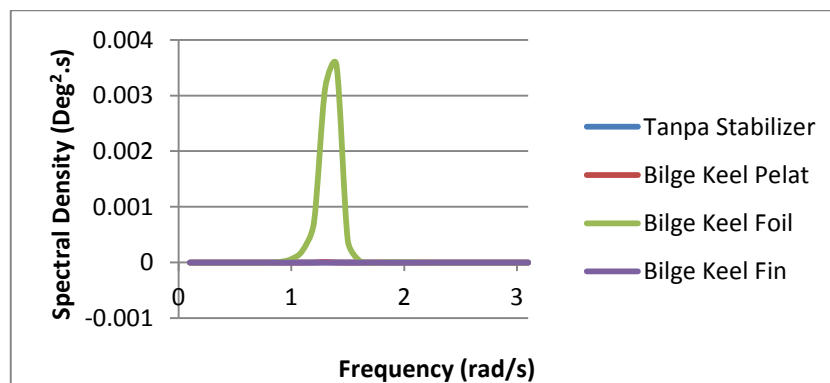
Gambar V. 17 Respon Spektrum heading 0° $h_s = 1 \text{ m}$ $T_z = 6 \text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.17 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $0.001797 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.97 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $9.82 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.96 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.75 \times 10^{-6} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.66 \times 10^{-7} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $1.15 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.66 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 23983 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 18 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 15.05 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 18 Respon Spektrum heading 0° hs= 1.5 m Tz=6 s

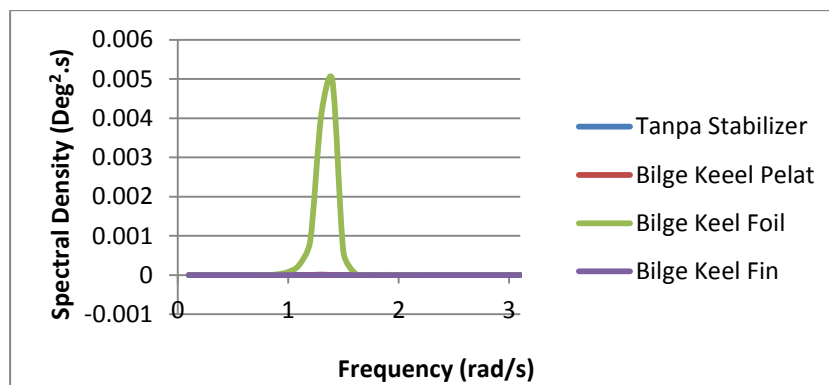
Dapat diperhatikan pada gambar V.18 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.002673 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 6.34×10^{-4} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar 1.46×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3×10^{-8} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 7.97×10^{-6} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.57×10^{-7} deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 1.93×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.76×10^{-8} deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 22 975 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 8 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 15.57 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 19 Respon Spektrum heading 0° hs= 2 m Tz=6 s

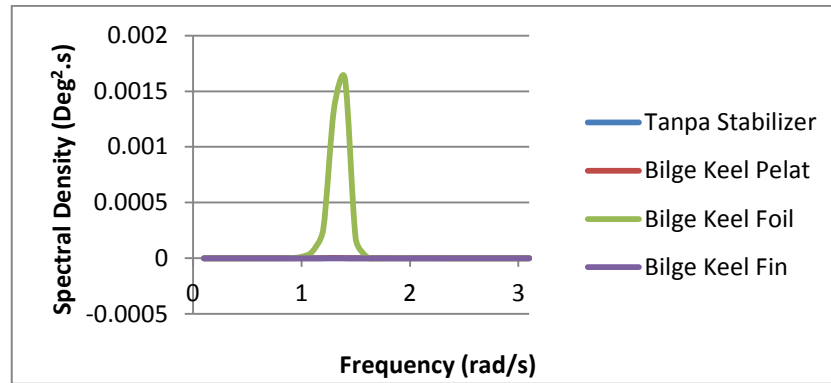
Dapat diperhatikan pada Gambar V.19 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.003546 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 8.34×10^{-4} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi

1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $1.94 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.04 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.01 \times 10^{-5} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.97 \times 10^{-7} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $2.44 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.65 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge kee* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 22836 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 10 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 15.34 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



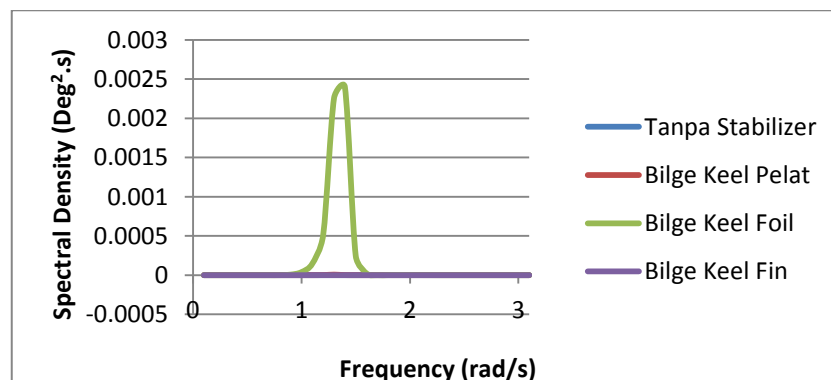
Gambar V. 20 Respon Spektrum heading 0° $h_s = 2.5 \text{ m}$ $T_z = 6 \text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.20 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $0.004968 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.13 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $2.71 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.63 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.32 \times 10^{-5} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $7.83 \times 10^{-7} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $3.18 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.89 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 23129 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 15 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 15.02 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 21 Respon Spektrum heading 0° hs= 1 m Tz=7 s

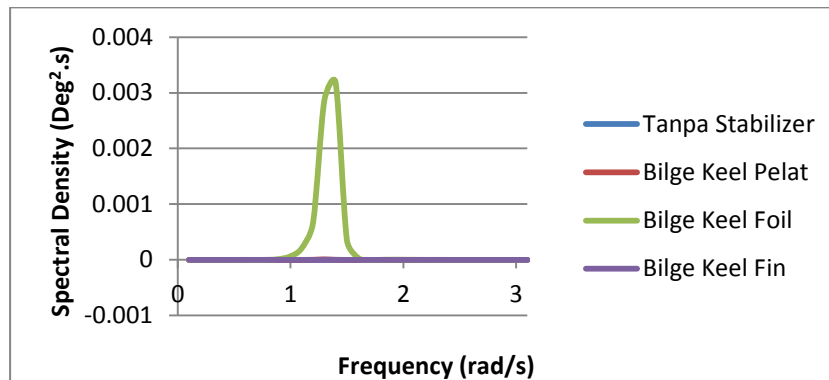
Dapat diperhatikan pada gambar V.21 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.00161 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.59×10^{-4} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar 8.81×10^{-8} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.76×10^{-8} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 4.33×10^{-6} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.87×10^{-7} deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 1.05×10^{-7} deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.51×10^{-8} deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge Keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 23823 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 16 % dibandingkan tanpa stabilizer, , nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 31.28 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 22 Respon Spektrum heading 0° hs= 1.5 m Tz=7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.22 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1,4 rad /s dengan nilai respon sebesar 0.00239 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.75×10^{-4} deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4

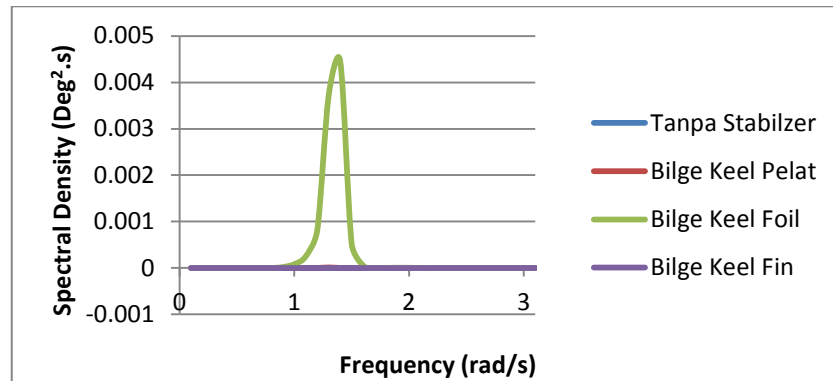
rad/s dengan nilai respon sebesar $1.31 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.71 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $7.27 \times 10^{-6} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $8.41 \times 10^{-7} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $1.76 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.52 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 22771 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 7 % dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 32.30 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 23 Respon Spektrum heading 0° $h_s= 2 \text{ m}$ $T_z=7 \text{ s}$

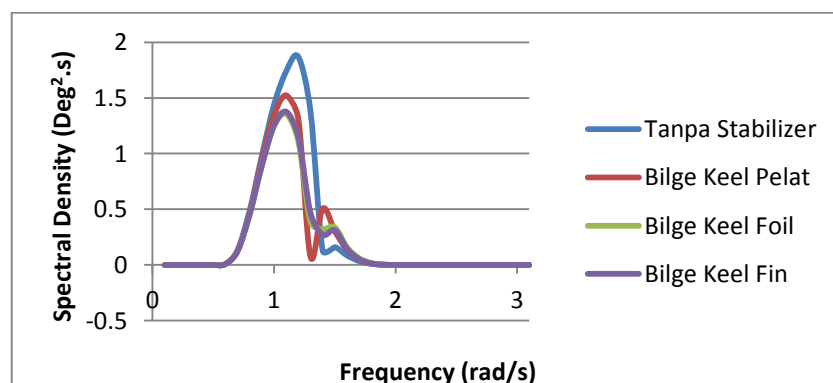
Dapat diperhatikan pada gambar V.23 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $0.00318 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $7.57 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $1.74 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.64 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $9.21 \times 10^{-6} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.1 \times 10^{-6} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1,3 rad /s nilai respon sebesar $2.2 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.35 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 22586 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 8 %

dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 31.86 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



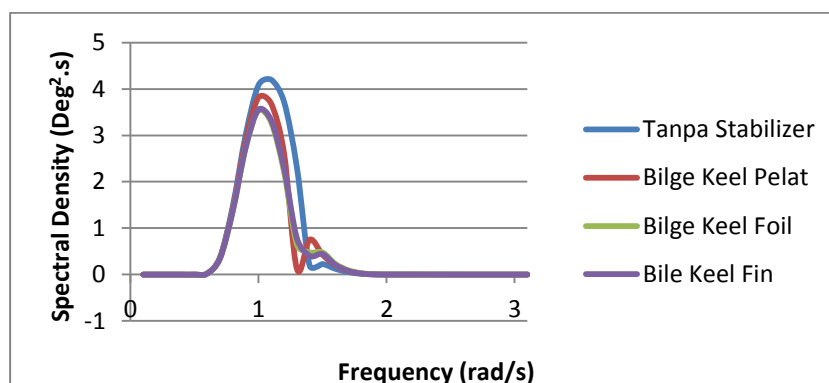
Gambar V. 24 Respon Spektrum heading 0° $h_s= 2.5$ m $T_z=7$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.24 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $0.00446 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $10.25 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $2.44 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.07 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.2 \times 10^{-5} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.45 \times 10^{-6} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $2.9 \times 10^{-7} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.48 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 22 856 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 13 % dibandingkan tanpa stabilizer, , nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami kenaikan respon momen spektral sebesar 31.27 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 25 Respon Spektrum heading 45° $h_s= 1$ m $T_z=5$ s

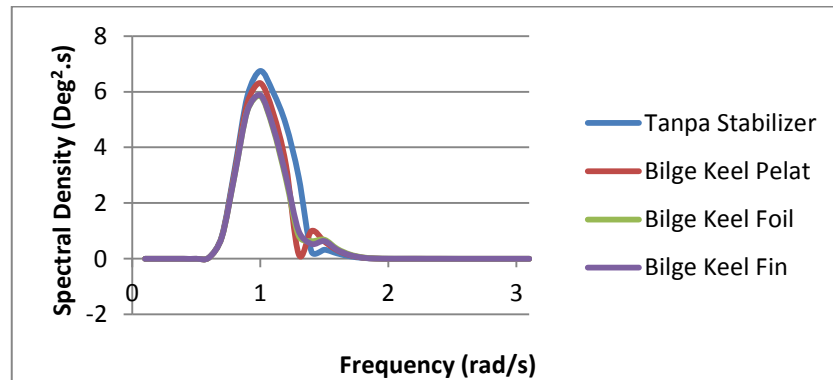
Dapat diperhatikan pada gambar V.25 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.357 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.654 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.1 rad/s dengan nilai respon sebesar 1.376 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.656 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.524 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.708 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1,2 rad /s nilai respon sebesar 1.868 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.833 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 21.5% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 21.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 15.1% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 26 Respon Spektrum heading 45° hs= 1.5 m Tz=5 s

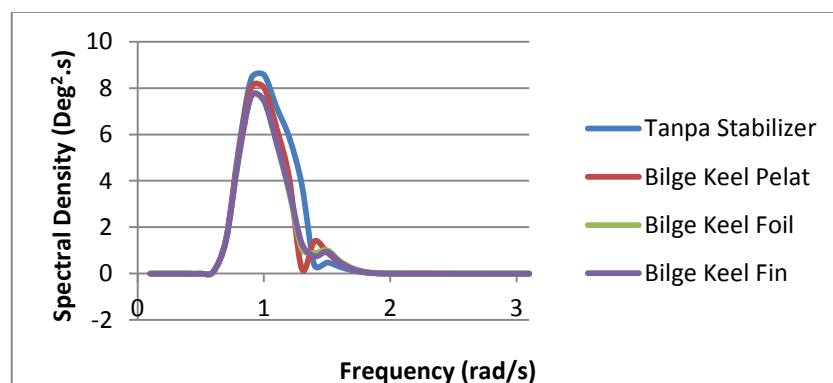
Dapat diperhatikan pada gambar V.26 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 3.536 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.557 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar 3.554 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.566 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 3.815 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.684 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s nilai respon sebesar 4.917 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.963 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 20.7% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 20.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 14.2% dibandingkan tanpa stabilizer.



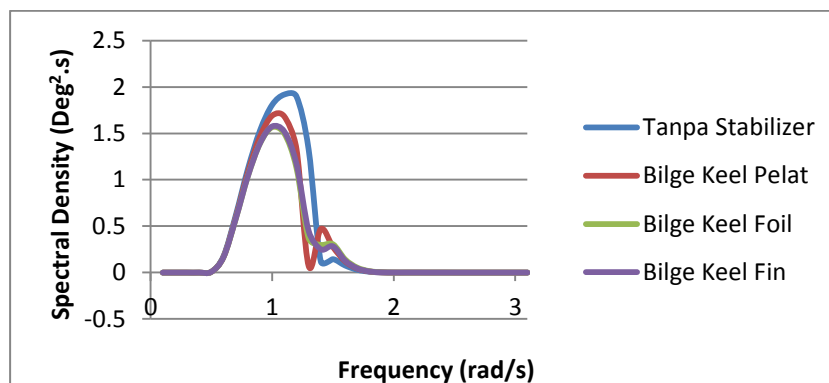
Gambar V. 27 Respon Spektrum heading 45° $h_s= 2$ $T_z=5$

Dapat diperhatikan pada gambar V.27 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $5.848 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.537 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar $5.879 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.548 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $6.309 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.730 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar $6.746 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.110 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18.1% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 12.2% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 28 Respon Spektrum heading 45° $h_s= 2.5$ m $T_z=5$ s

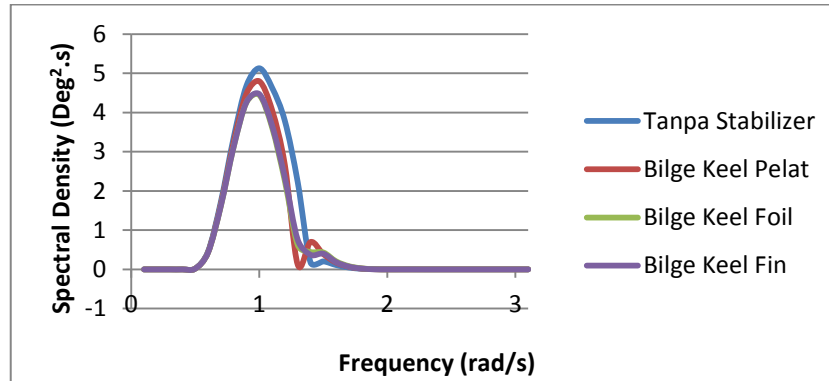
Dapat diperhatikan pada gambar V.28 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $7.649 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.471 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar $7.664 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.480 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar $8.055 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.721 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar $8.570 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.185 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 17.1% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 16.8% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11.1% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 29 Respon Spektrum heading 45° $h_s = 1 \text{ m}$ $T_z = 6 \text{ s}$

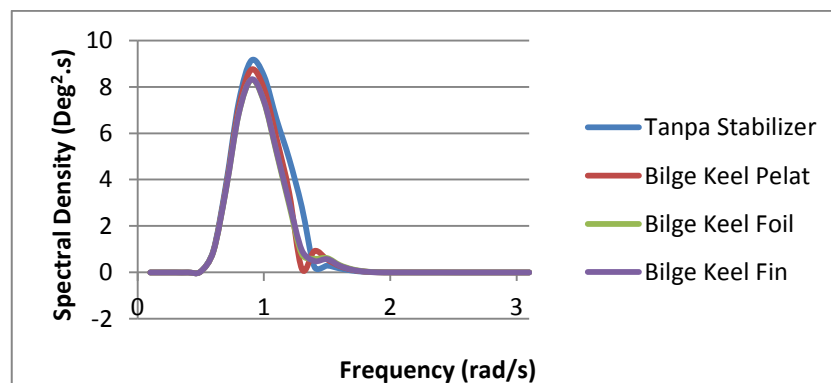
Dapat diperhatikan pada gambar V.29 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.556 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.861 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar $1.574 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.864 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.690 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.926 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s nilai respon sebesar $1.918 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.066 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 19.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 18.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 13.1% dibandingkan tanpa stabilizer.



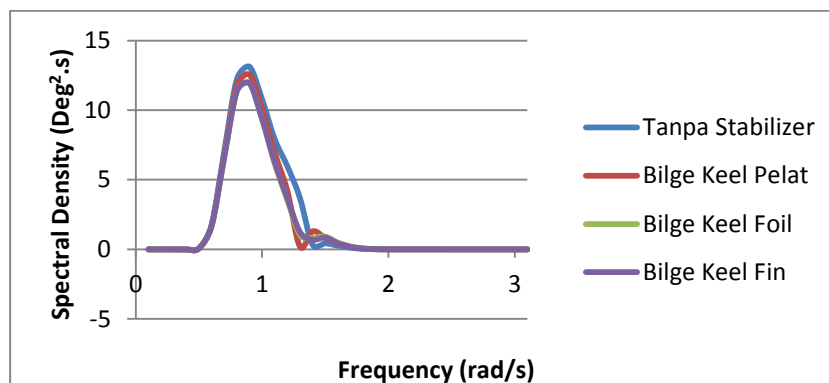
Gambar V. 30 Respon Spektrum heading 45^0 $h_s= 1.5$ m $T_z=6$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.30 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.445 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.167 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar $4.468 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.178 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.796 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.323 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar $5.127 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.640 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 17.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 17.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 12% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 31 Respon Spektrum heading 45^0 $h_s= 2$ m $T_z=6$ s

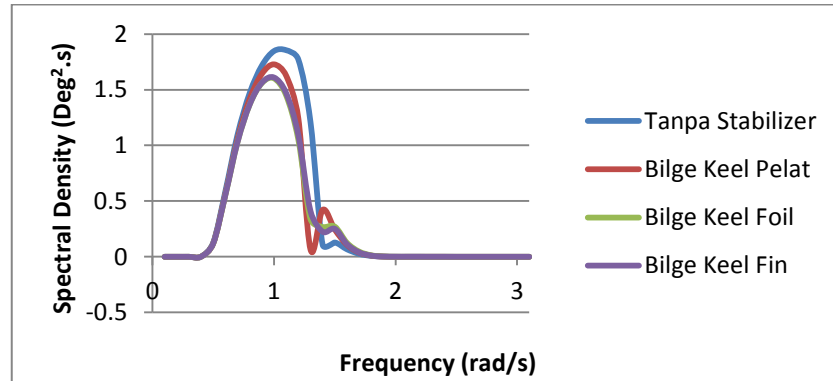
Dapat diperhatikan pada gambar V.31 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 8.302 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.767deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 8.318 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.782 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 8.742 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.016 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 9.135 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.466 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 15.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 15.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 32 Respon Spektrum heading 45° hs= 2.5 m Tz=6 s

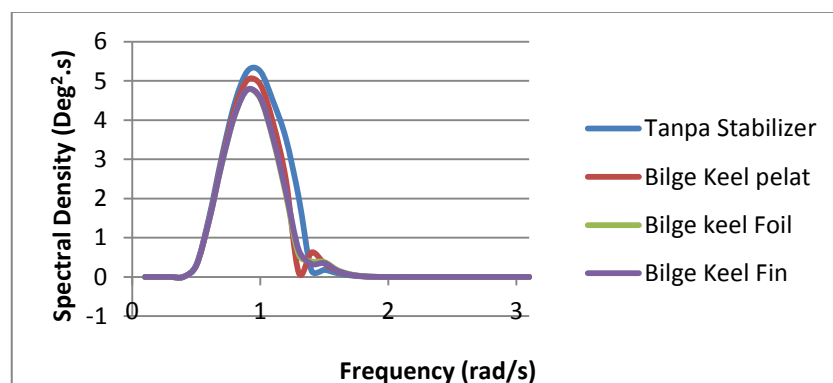
Dapat diperhatikan pada gambar V.32 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 11.925 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.432 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 11.949 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.449 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 12.558 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.767 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 13.122 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 6.337 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 14.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 14% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 9% dibandingkan tanpa stabilizer.



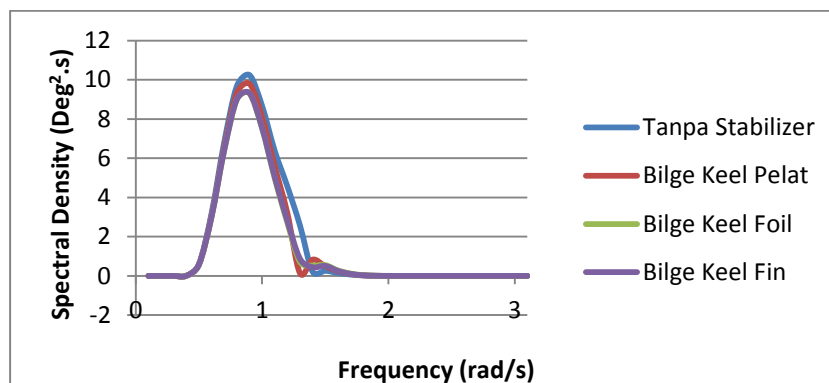
Gambar V. 33 Respon Spektrum heading 45° $h_s=1\text{ m}$ $T_z=7\text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.33 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.601\text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.986 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar $1.610\text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.990 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.728\text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.050 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s nilai respon sebesar $1.854\text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.193 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 17.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 17.0% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11.7% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 34 Respon Spektrum heading 45° $h_s=1.5\text{ m}$ $T_z=7\text{ s}$

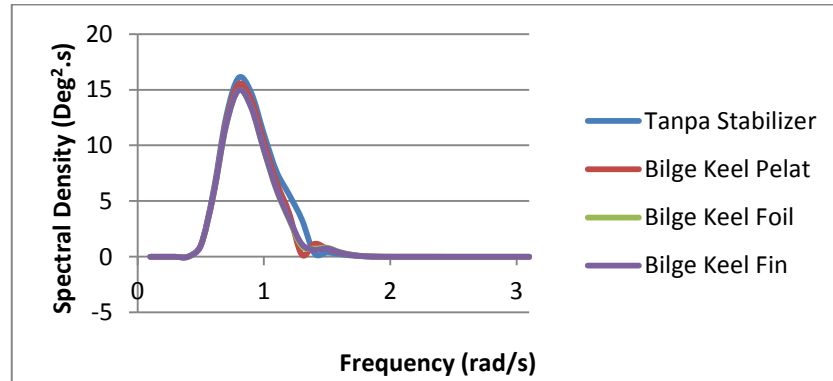
Dapat diperhatikan pada gambar V.34 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 4.771 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.538 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 4.781 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.551 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 5.024 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.703 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 5.250 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.023 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 16.1% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 15.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10.6% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 35 Respon Spektrum heading 45° hs= 2 m Tz=7 s

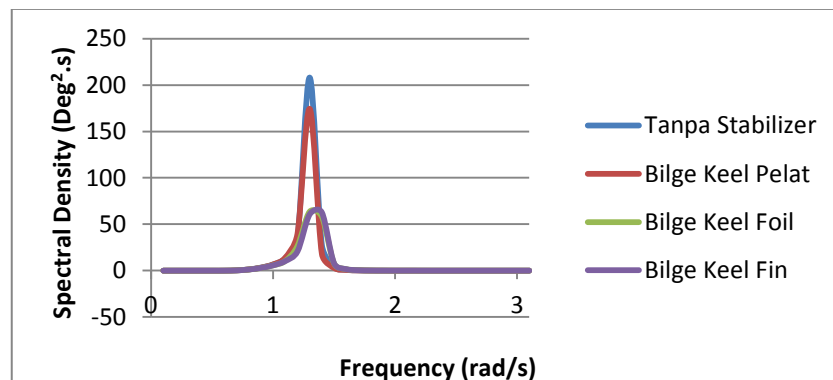
Dapat diperhatikan pada gambar V.35 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 9.307 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.587 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 9.326 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.604 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 9.801 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.856 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 10.241 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.326 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 13.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 13.5% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.8% dibandingkan tanpa stabilizer.



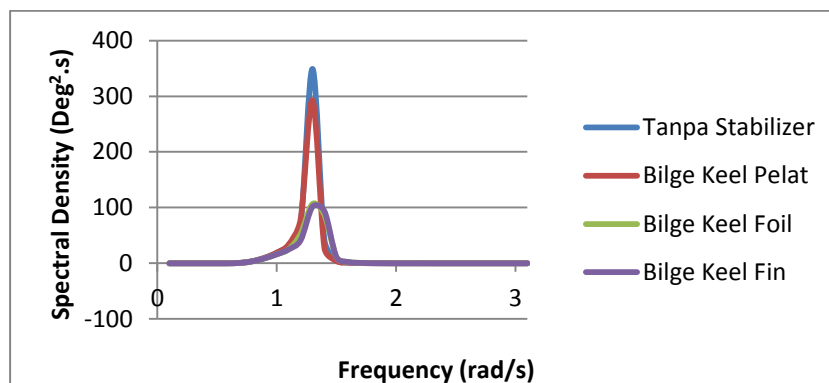
Gambar V. 36 Respon Spektrum heading 45^0 $h_s= 2.5$ m $T_z=7$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.36 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.8 rad /s dengan nilai respon sebesar $14.950 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 6.881 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.8 rad/s dengan nilai respon sebesar $14.965 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 6.90 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.8 rad /s dengan nilai respon sebesar $14.971 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 7.252 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.8 rad /s nilai respon sebesar $16.079 \text{ deg}^2.s$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 7.870 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 12.5% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 12.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 7.8% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 37 Respon Spektrum heading 90^0 $h_s= 1$ m $T_z=5$ s

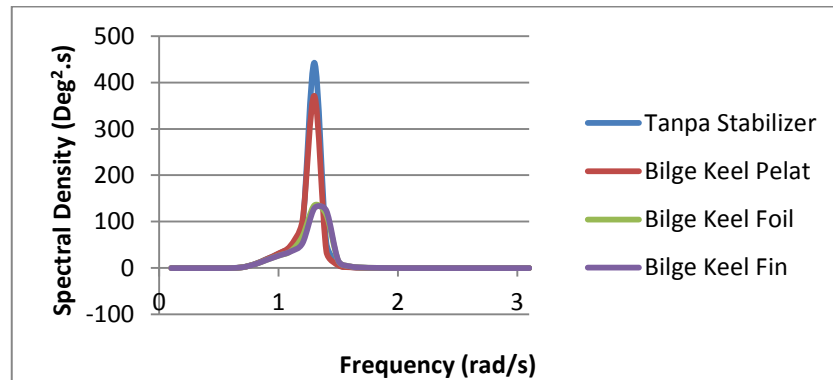
Dapat diperhatikan pada gambar V.37 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 63.595 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 18.187 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar 62.657 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 17.813 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 174.38 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 21.902 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 208.05 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 24.967 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 27.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 28.7% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 12.3% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 38 Respon Spektrum heading 90° hs= 1.5 m Tz=5 s

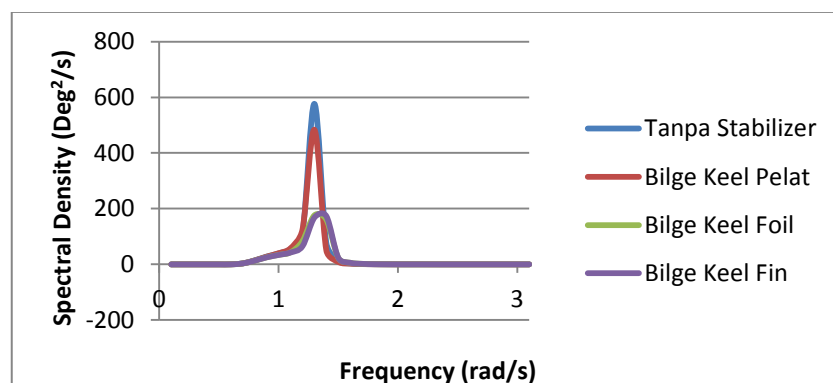
Dapat diperhatikan pada gambar V.38 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 106.70 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 31.879 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 101.82 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 30.867 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 292.57 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 40.162 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 349.06 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 44.839 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 28.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 31.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10.4% dibandingkan tanpa stabilizer.



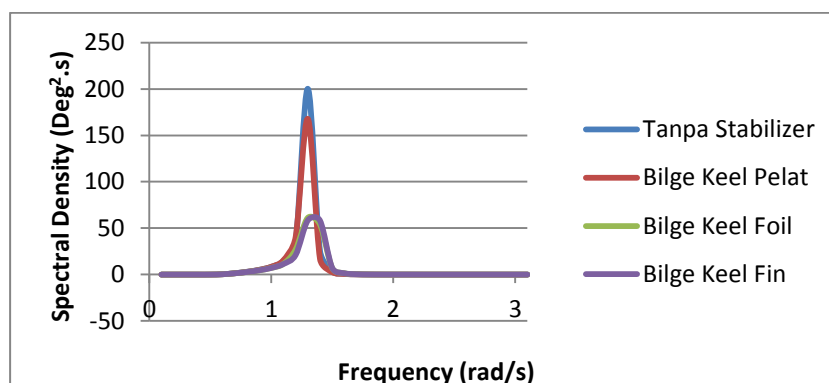
Gambar V. 39 Respon Spektrum heading 90^0 $h_s= 2$ m $T_z=5$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.39 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $135.26 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 43.563 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar $129.08 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 42.276 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $370.88 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 53.834 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $442.5 \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 59.868 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 27.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 29.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10.1% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 40 Respon Spektrum heading 90^0 $h_s= 2.5$ m $T_z=5$ s

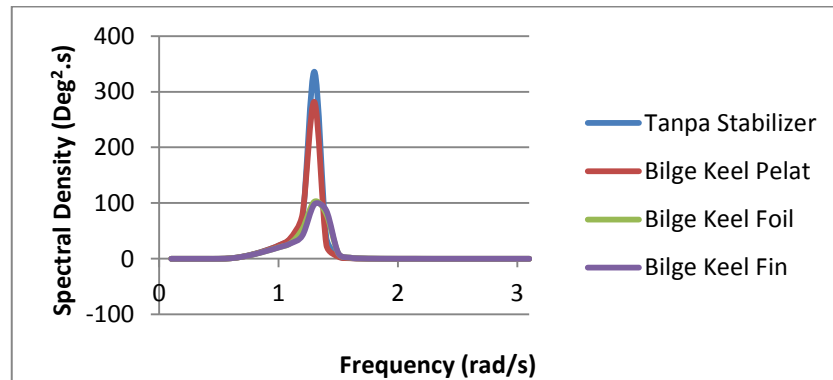
Dapat diperhatikan pada gambar V.40 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 176.26 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 58.103 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 173.19 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 56.714 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 483.31 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 69.815 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 576.64 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 78.104 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 25.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 27.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10.6% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 41 Respon Spektrum heading 90⁰ hs= 1 m Tz=6 s

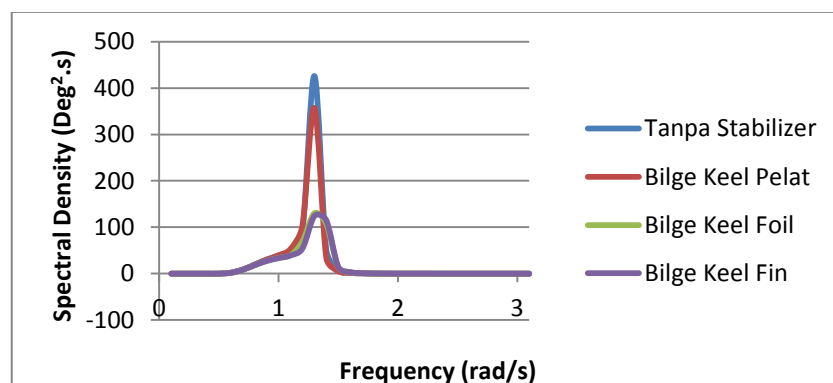
Dapat diperhatikan pada gambar V.41 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 61.198 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 18.144 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 58.402 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 17.715 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 167.8 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 22.130 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 202.2 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 24.999 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 27.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 29.1% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11.5% dibandingkan tanpa stabilizer.



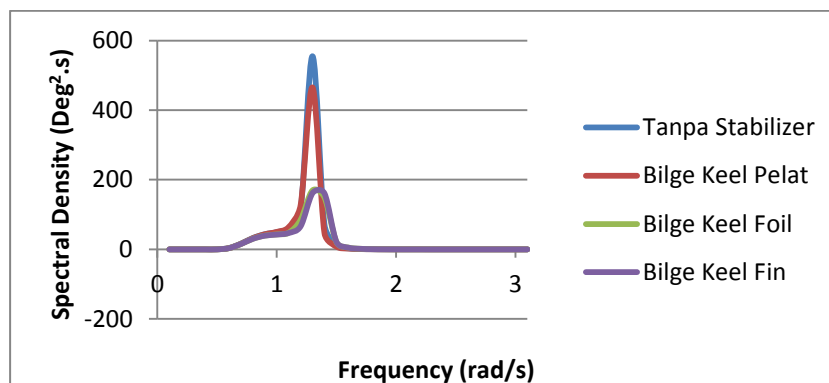
Gambar V. 42 Respon Spektrum heading 90° $h_s= 1.5$ m $T_z=6$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.42 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 102.68 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 32.283 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 97.985 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 31.678 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 281.54 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 41.535 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 335.9 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 45.905 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 28.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 31.0% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 9.5% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 43 Respon Spektrum heading 90° $h_s= 2$ m $T_z=6$ s

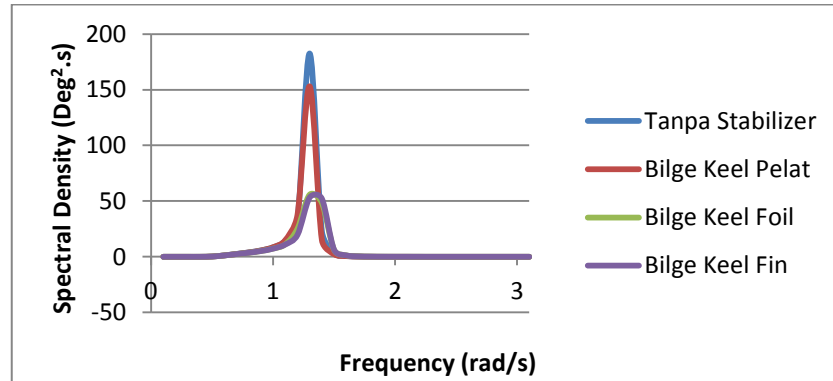
Dapat diperhatikan pada gambar V.43 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 130.16 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 45.971 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 124.21 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 44.555 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 356.9 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 56.997 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 425.81 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 62.644 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 26.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 28.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 9% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 44 Respon Spektrum heading 90° hs= 2.5 m Tz=6 s

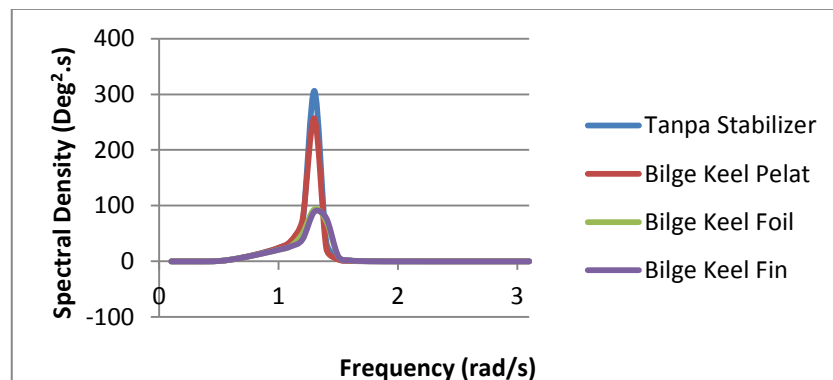
Dapat diperhatikan pada gambar V.44 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 169.62 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 61.981 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 161.87 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 60.416 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 465.09 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 74.800 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 554.90 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 82.586 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 25% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 25.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 9.4% dibandingkan tanpa stabilizer.



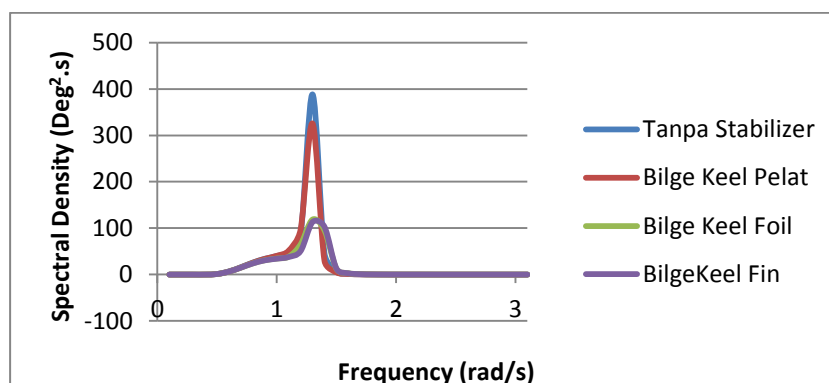
Gambar V. 45 Respon Spektrum heading 90° hs= 1 m Tz=7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.45 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 55.792 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 17.072 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 55.243 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 16.653 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 152.98 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 20.879 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 182.52 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 23.471 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 27.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 29% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 46 Respon Spektrum heading 90° hs= 1.5 m Tz=7 s

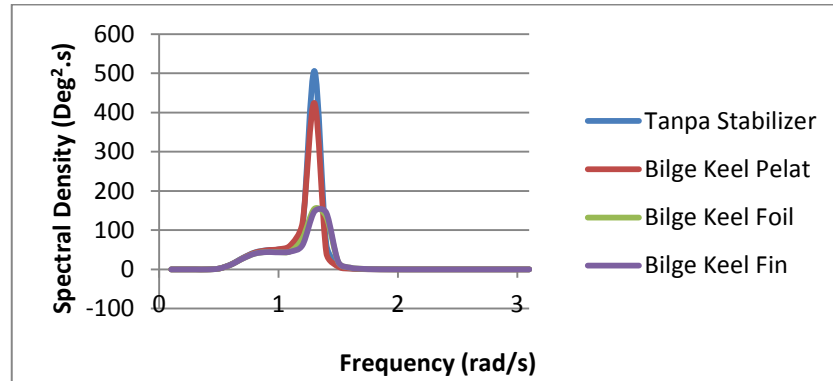
Dapat diperhatikan pada gambar V.46 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 93.608 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 31.478 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 89.331 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 30.416 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 256.67 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 39.800 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 306.23 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 43.750 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 30.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 31.5% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 9% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 47 Respon Spektrum heading 90⁰ hs= 2 m Tz=7 s

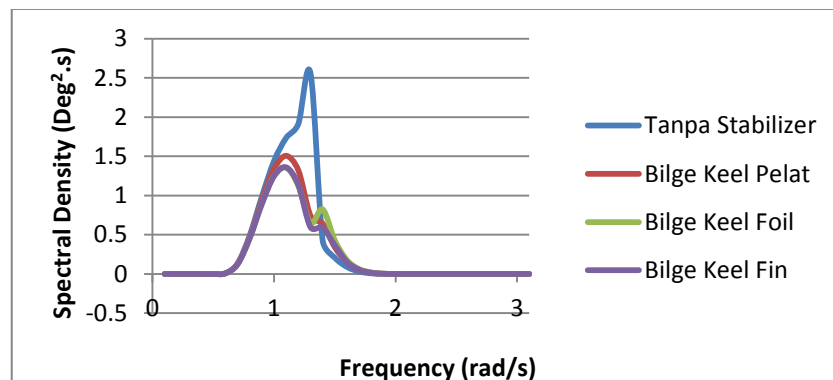
Dapat diperhatikan pada gambar V.47 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 118.67 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 45.083 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 113.24 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 43.717 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 325.38 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 55.657 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 388.2 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 60.780 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 25.8% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 28.1% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.4% dibandingkan tanpa stabilizer.



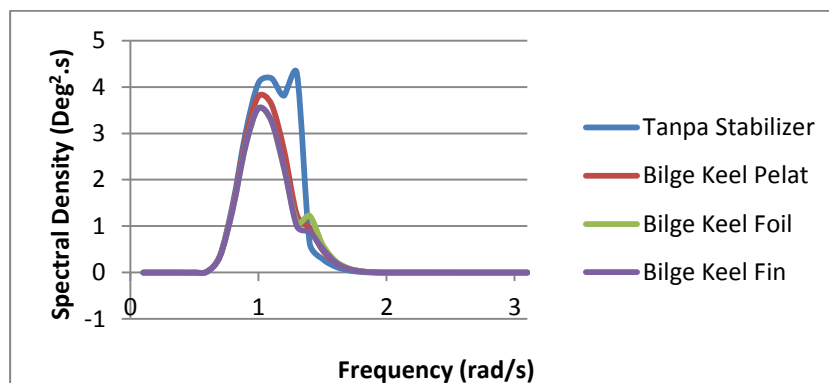
Gambar V. 48 Respon Spektrum heading 90^0 $h_s=2.5$ m $T_z=7$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.48 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 154.64 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 61.609 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.3 rad/s dengan nilai respon sebesar 147.57 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 60.870 deg^2 , puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar 424.02 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 74.022 deg^2 , puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 505.89 $\text{deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 81.112 deg^2 . Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* fin. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 24.0% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 25.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.7% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 49 Respon Spektrum heading 135^0 $h_s=1$ m $T_z=5$ s

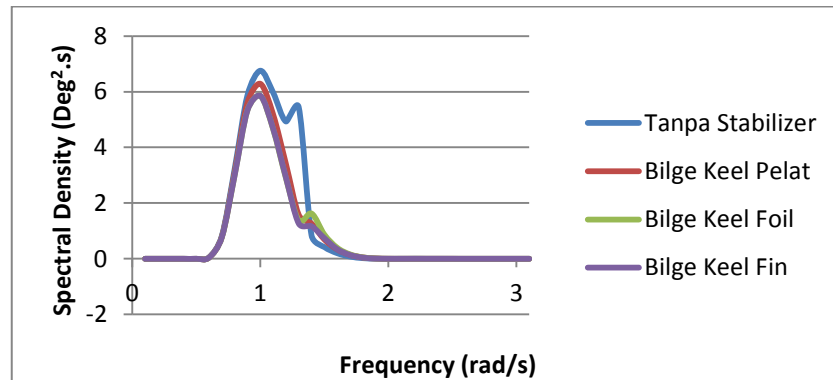
Dapat diperhatikan pada gambar V.49 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.354 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.749 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.1 rad/s dengan nilai respon sebesar 1.359 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.708 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.506 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.775 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 2.559 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.961 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil .Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 22.1% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 26.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 19.3% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 50 Respon Spektrum heading 135° hs= 1.5 m Tz=5 s

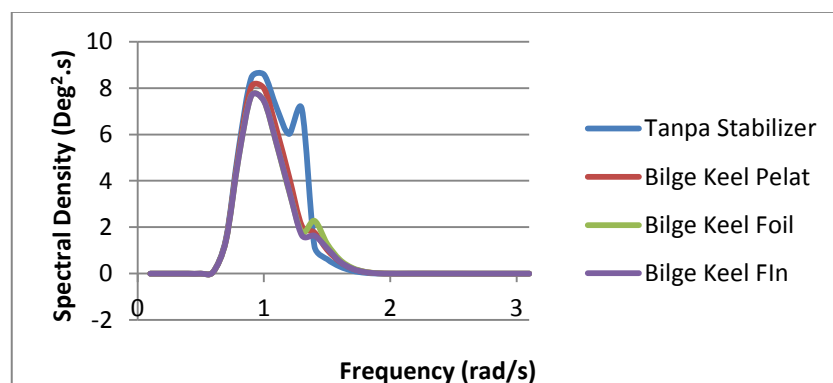
Dapat diperhatikan pada gambar V.50 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar 3.540 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.703 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.1 rad/s dengan nilai respon sebesar 3.541 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.642 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.1 rad /s dengan nilai respon sebesar 3.801 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.791 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 4.294 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.171 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 21.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 24.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 17.5% dibandingkan tanpa stabilizer.



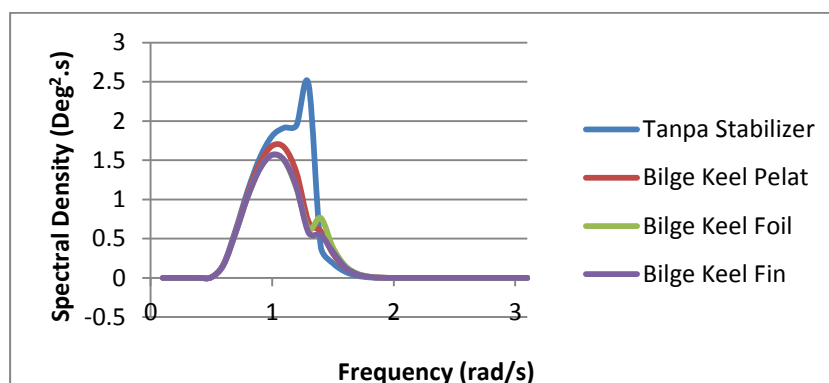
Gambar V. 51 Respon Spektrum heading 135° hs= 2 m Tz=5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.51 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 5.853 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.731 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar 5.856 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.648 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 6.286 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.869 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar 6.754 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.380 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 19.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 21.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 15.1% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 52 Respon Spektrum heading 135° hs= 2.5 m Tz=5 s

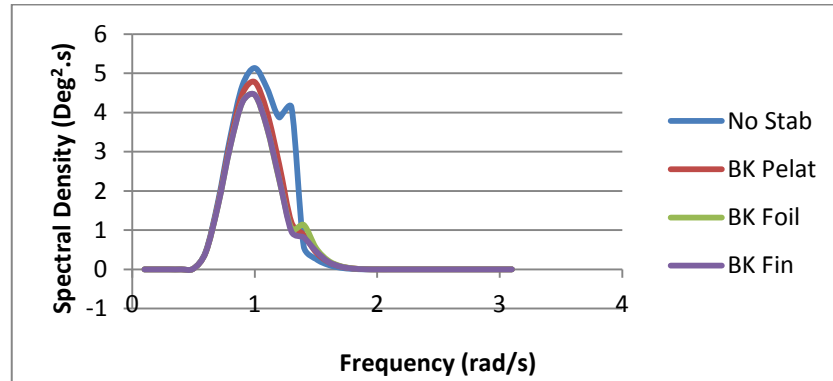
Dapat diperhatikan pada gambar V.52 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 7.661 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.740 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 7.665 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.622 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 8.056 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.908 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar 8.582 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.544 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 17.7% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 20.3% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 14% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 53 Respon Spektrum heading 135° hs= 1 m Tz=6 s

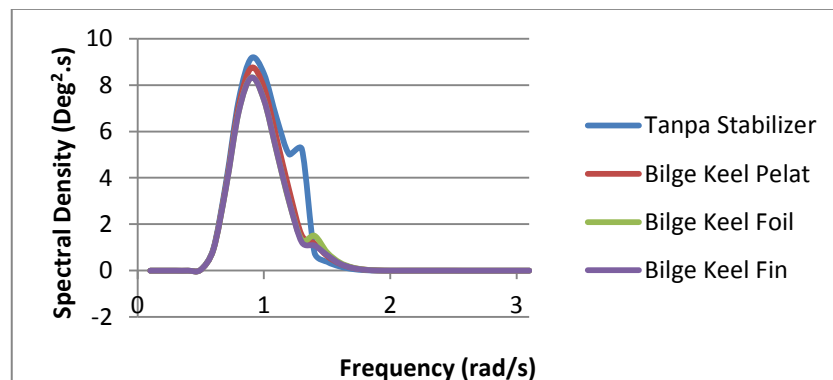
Dapat diperhatikan pada gambar V.53 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.568 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.950 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar 1.569 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.912 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.684 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 0.989 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 2.463 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.188 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 20% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan

respon momen spektral sebesar 23.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 16.7% dibandingkan tanpa stabilizer.



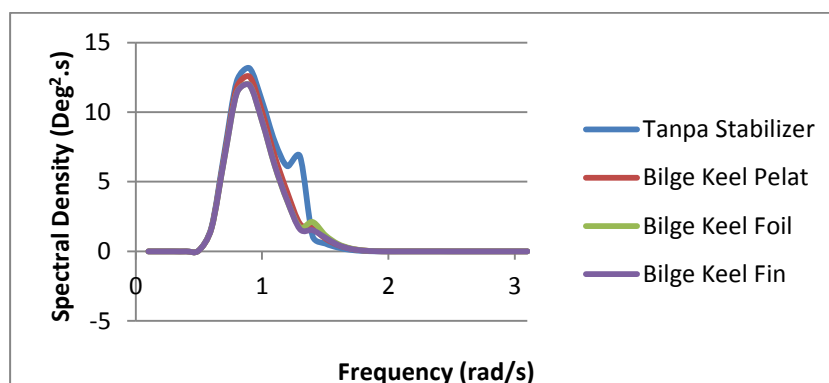
Gambar V. 54 Respon Spektrum heading 135° hs= 1.5 m Tz=6 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.54 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 4.449 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.303 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar 4.451 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.248 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 4.777 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.424 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar 5.134 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.840 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 20.8% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 14.6% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 55 Respon Spektrum heading 135° hs= 2 m Tz=6 s

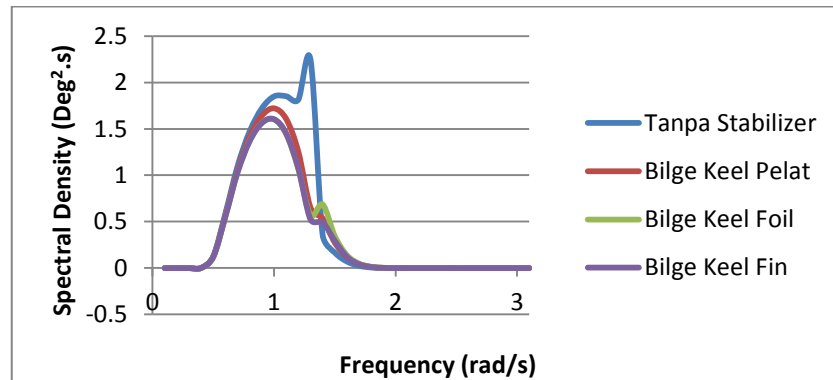
Dapat diperhatikan pada gambar V.55 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 8.324 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.950 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 8.319 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.874 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 9.161 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.725 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1 rad /s nilai respon sebesar 4.725 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.840 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 16.4% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 12.2% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 56 Respon Spektrum heading 135⁰ hs= 2.5 m Tz=6 s

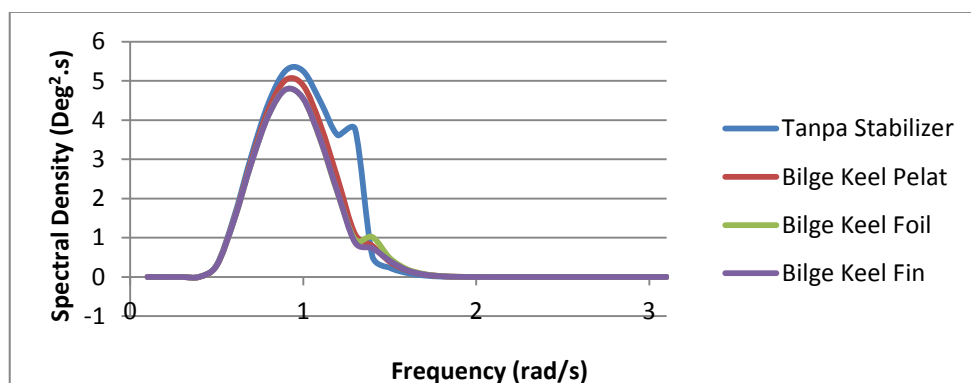
Dapat diperhatikan pada gambar V.56 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 11.957 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.687 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 11.959 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.579 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 12.559 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.943 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 13.159 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 6.682 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 14.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 16.5% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11.1% dibandingkan tanpa stabilizer.



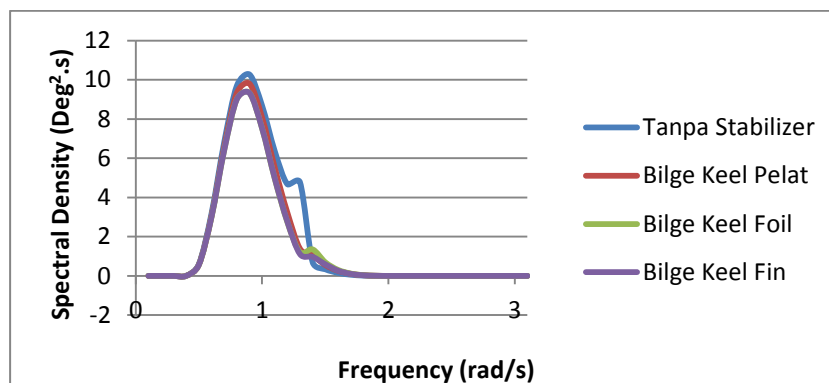
Gambar V. 57 Respon Spektrum heading 135⁰ hs= 1 m Tz=7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.57 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.603 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.662 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1 rad/s dengan nilai respon sebesar 1.6035 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.032 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1 rad /s dengan nilai respon sebesar 1.721 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.110 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar 2.245 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 1.303 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 20.8% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 14.8% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 58 Respon Spektrum heading 135⁰ hs= 1.5 m Tz=7 s

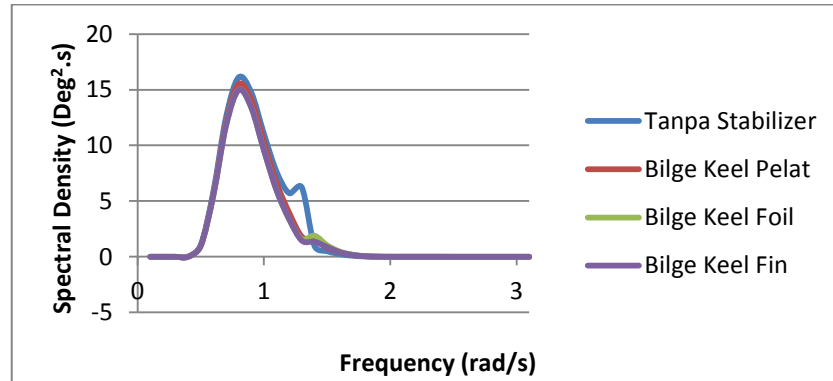
Dapat diperhatikan pada gambar V.58 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 4.784 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.662 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 4.785 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.612 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 5.025 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 2.794 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 5.265 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 3.206 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 16.9% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18.5% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 12.8% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 59 Respon Spektrum heading 135⁰ hs= 2 m Tz=7 s

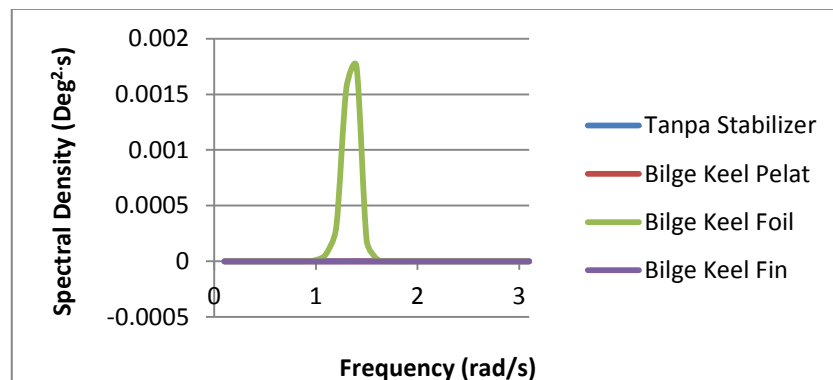
Dapat diperhatikan pada gambar V.59 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 9.333 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.753deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.9 rad/s dengan nilai respon sebesar 9.327 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.685 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 9.8023 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 4.975deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 10.271 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 5.563 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 14.6% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 15.8% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10.6% dibandingkan tanpa stabilizer.



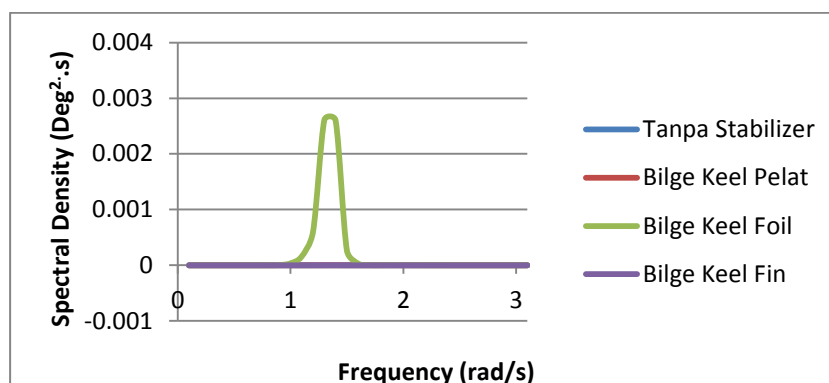
Gambar V. 60 Respon Spektrum heading 135⁰ hs= 2.5 m Tz=7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.60 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 0.9 rad /s dengan nilai respon sebesar 14.985 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 7.112 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 0.8 rad/s dengan nilai respon sebesar 14.977 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 7.017 deg², puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 0.8 rad /s dengan nilai respon sebesar 15.509 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 7.412 deg², puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 0.9 rad /s nilai respon sebesar 16.114 deg².s dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah 8.184 deg². Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada tanpa stabilizer dan nilai puncak minimum terjadi pada *bilge keel* foil. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 18.2% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 20.8% dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 14.8% dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 61 Respon Spektrum heading 180⁰ hs= 1 m Tz=5 s

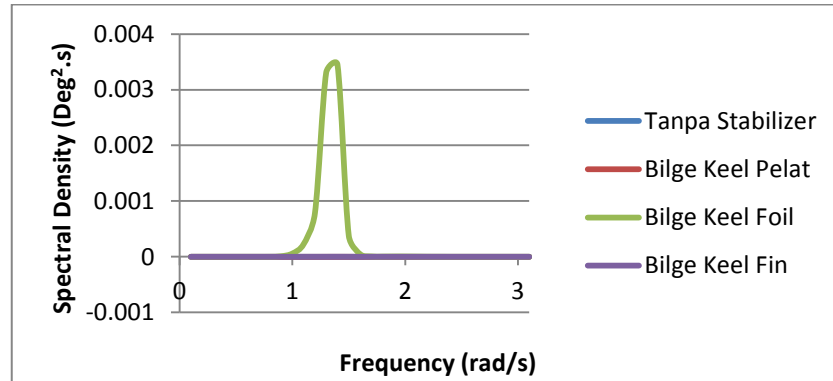
Dapat diperhatikan pada gambar V.61 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.749 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $7.9 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.6 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $9.77 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.5 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $2.31 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.1 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 130089 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 4 kali dibandingkan tanpa stabilizer, , nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 7.3 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 62 Respon Spektrum heading 180° hs= 1.5 m Tz=5 s

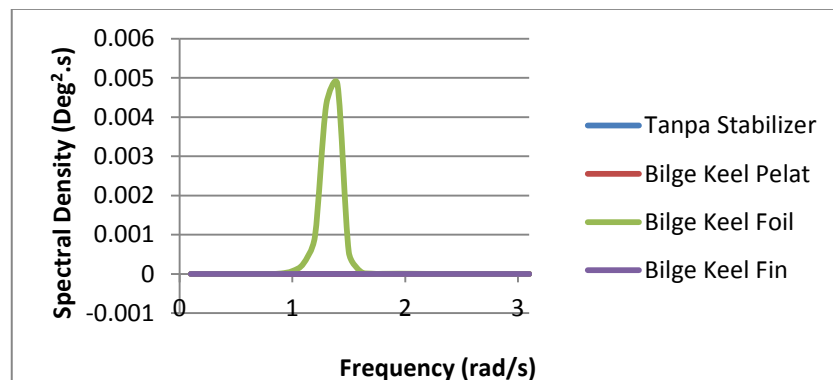
Dapat diperhatikan pada gambar V.62 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $2.61 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.4 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $11.7 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.4 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $16.4 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.5 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $3.87 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.1 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 126559 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai

momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.6 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 7.8 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



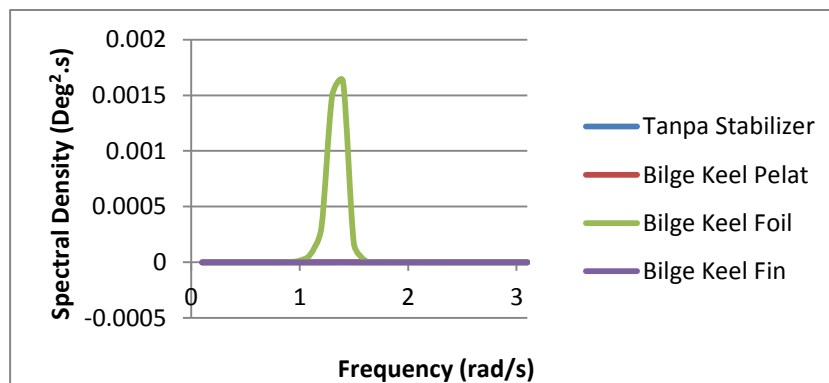
Gambar V. 63 Respon Spektrum heading 180° hs= 2 m Tz=5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.63 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $3.45 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $8.4 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $15.7 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.2 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $20.8 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.5 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $4.9 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.8 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 124437 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 4 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.6 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 64 Respon Spektrum heading 180° hs= 2.5 m Tz=5 s

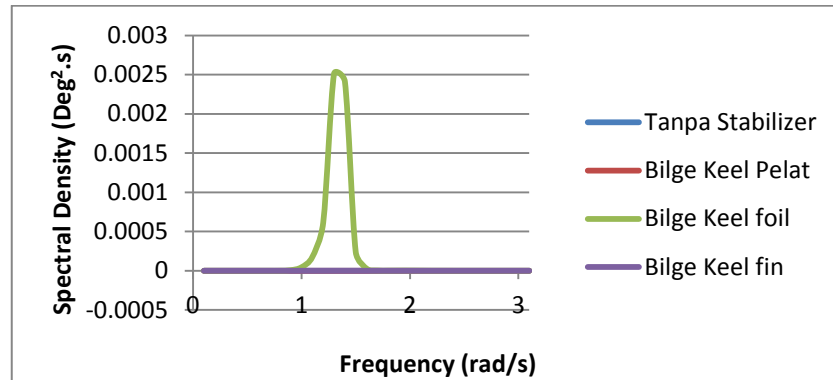
Dapat diperhatikan pada Gambar V.64 Puncak Respon Spektum *Bilge Keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.83 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen Spektal orde ke-0 adalah $11.4 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak Respon Spektum *Bilge Keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai nilai respon sebesar $21.8 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen Spektal orde ke-0 adalah $4.5 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak Respon Spektum *Bilge Keel* pelat Terjadi pada Frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $27.1 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen Spektal orde ke-0 adalah $9.1 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak Respon Spektum tanpa Stabilizer Terjadi pada Frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $6.39 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen Spektal orde ke-0 adalah $9.2 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *Bilge Keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen Spektal *Bilge keel* Foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 123 629 kali dibandingkan Tanpa Stabilizer, Nilai momen Spektal *Bilge Keel* Fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.9 kali dibandingkan Tanpa Stabilizer, , Nilai momen Spektal *Bilge Keel* pelat mengalami penurunan respon momen Spektral 8.9 kali dibandingkan Tanpa Stabilizer.



Gambar V. 65 Respon Spektum heading 180° $h_s = 1 \text{ m}$ $T_z = 6 \text{ s}$

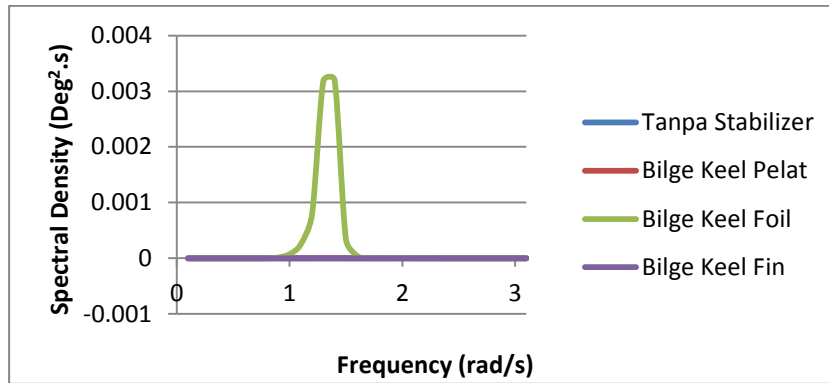
Dapat diperhatikan pada gambar V.65 puncak respon spektum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.622 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.8 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $7.33 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.4 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $9.4 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.6 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $2.22 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.9 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami

penurunan respon momen spektral sebesar 129 225 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.9 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 7.8 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



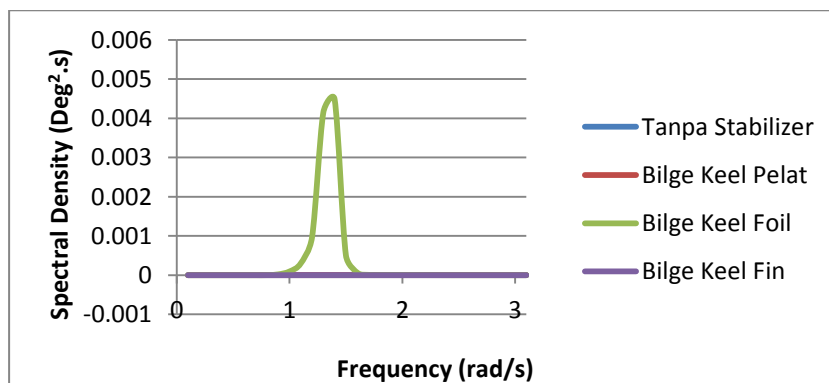
Gambar V. 66 Respon Spektrum heading 180° hs= 1.5 m Tz=6 s

Dapat diperhatikan pada Gambar V.66 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $2.512 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.1 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $10.9 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.2 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $15.8 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.7 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $3.72 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.9 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 125243 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.5 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.7 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 67 Respon Spektrum heading 180° hs= 2 m Tz=6 s

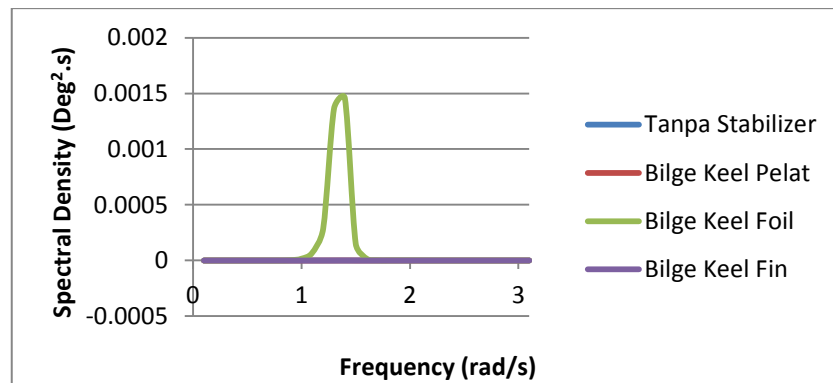
Dapat diperhatikan pada gambar V.67 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $3.199 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $8 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $14.5 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $20 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $7.1 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $4.72 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.6 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer .Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 125243 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.5 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.7 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 68 Respon Spektrum heading 180° hs= 2.5 m Tz=6 s

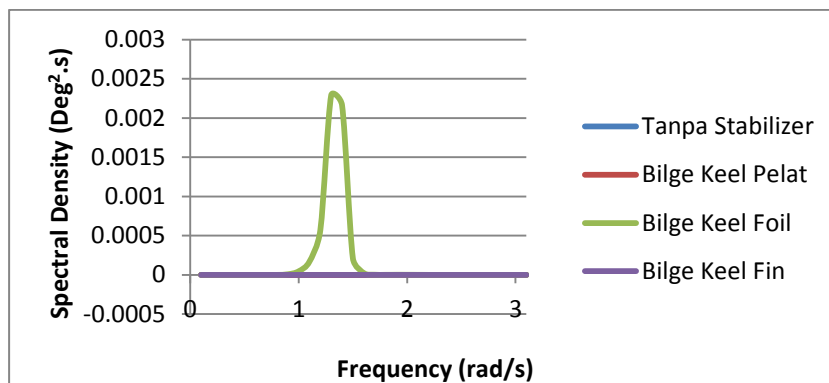
Dapat diperhatikan pada gambar V.68 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.483 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $10.8 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi

1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $20.3 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.1 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $26.1 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $10 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $6.15 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $8.9 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 121298 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.6 kali dibandingkan tanpa stabilizer, , nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 10.3kali dibandingkan tanpa stabilizer.



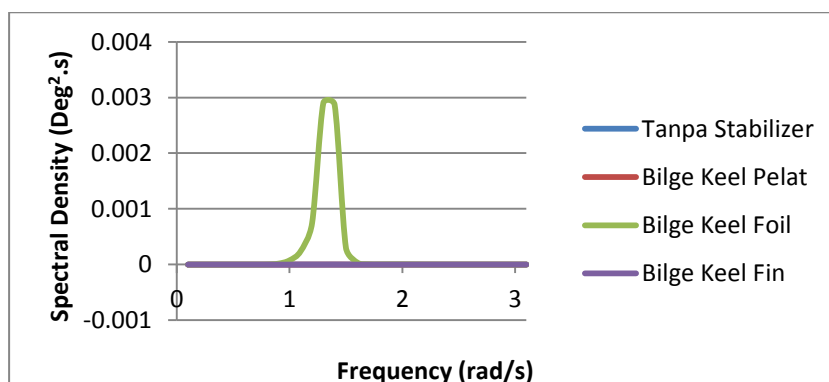
Gambar V. 69 Respon Spektrum heading 180° $h_s = 1 \text{ m}$ $T_z = 7 \text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.69 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $1.455 \times 10^{-3} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.4 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $6.58 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $1.3 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $8.57 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.5 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $2.02 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.7 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 127 939 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.8 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 8.1kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 70 Respon Spektrum heading 180° hs= 1.5 m Tz=7 s

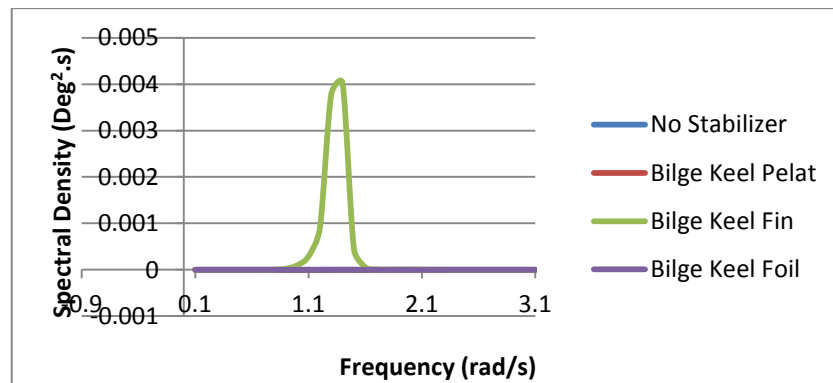
Dapat diperhatikan pada gambar V.70 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $2.29 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $5.5 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $9.78 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $14.4 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.7 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $3.39 \times 10^{-8} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $4.5 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 123207 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.4 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 9.4 kali dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar V. 71 Respon Spektrum heading 180° hs= 2 m Tz=7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.71 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $2.903 \times 10^{-3} \text{ deg}^2.\text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $7.3 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi

1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $13 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $2.7 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $18.2 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $7.3 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $4.3 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $6.1 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 119504 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.3 kali dibandingkan tanpa stabilizer, , nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11 kali dibandingkan tanpa stabilizer.

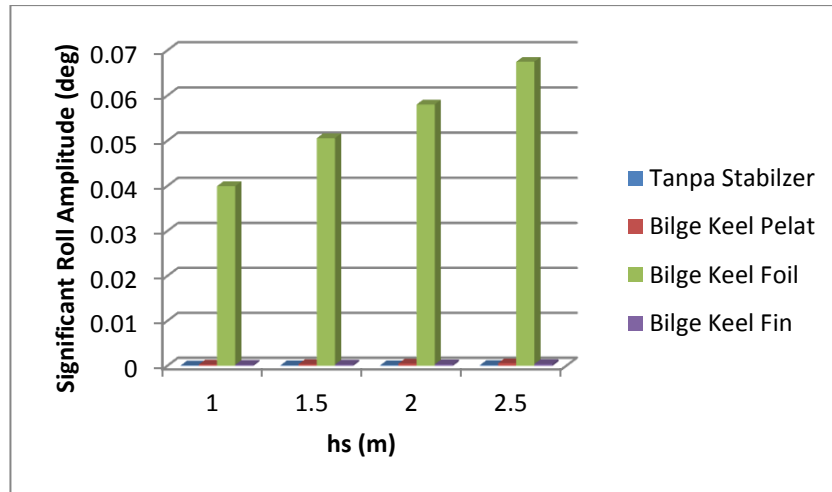


Gambar V. 72 Respon Spektrum heading 180° $h_s=2.5 \text{ m}$ $T_z=7 \text{ s}$

Dapat diperhatikan pada gambar V.72 puncak respon spektrum *bilge keel* foil terjadi frekuensi 1.4 rad /s dengan nilai respon sebesar $4.023 \times 10^{-3} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $9.8 \times 10^{-4} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* fin terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s dengan nilai respon sebesar $18.2 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $3.7 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum *bilge keel* pelat terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s dengan nilai respon sebesar $23.8 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $11 \times 10^{-8} \text{ deg}^2$, puncak respon spektrum tanpa stabilizer terjadi pada frekuensi 1.3 rad /s nilai respon sebesar $5.61 \times 10^{-8} \text{ deg}^2 \cdot \text{s}$ dan nilai momen spektral orde ke-0 adalah $8.4 \times 10^{-9} \text{ deg}^2$. Dari 4 nilai tersebut nilai puncak maximum terjadi pada *bilge keel* foil dan nilai puncak minimum terjadi pada tanpa stabilizer. Nilai momen spektral *bilge keel* foil mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 117600 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* fin mengalami penurunan respon momen spektral sebesar 3.4 kali dibandingkan tanpa stabilizer, nilai momen spektral *bilge keel* pelat mengalami penurunan respon momen spektral 11.7 kali dibandingkan tanpa stabilizer.

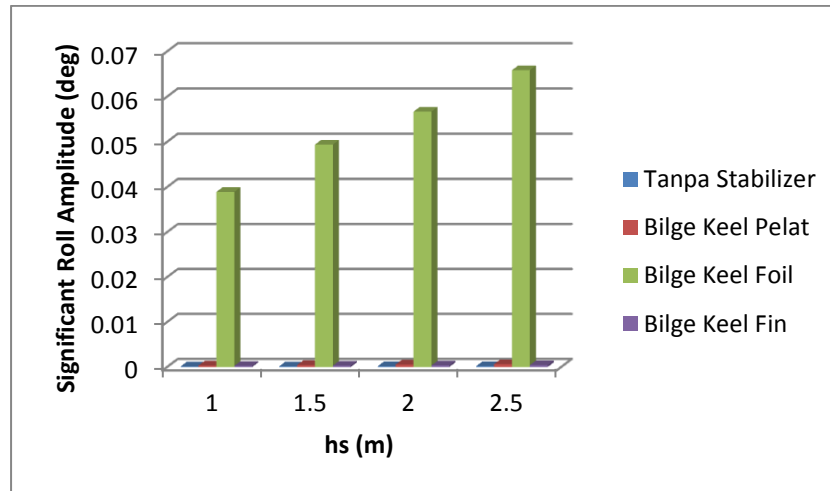
V.6. Significant Roll Motion Amplitude

Significant roll motion amplitude dapat dihitung dengan cara mencari akar kuadrat dari area respon spektrum. *Significant roll motion* yang dianalisa yaitu *significant roll motion* arah $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$ tanpa stabilizer ,dengan *bilge keel* pelat ,*bilge keel* fin dan *bilge keel* foil untuk h_s 1, 1.5 2 ,2,5 meter dan T_z 5 , 6 ,7 detik . Hasil perhitungan *significant roll amplitude* dapat dilihat pada lampiran D.



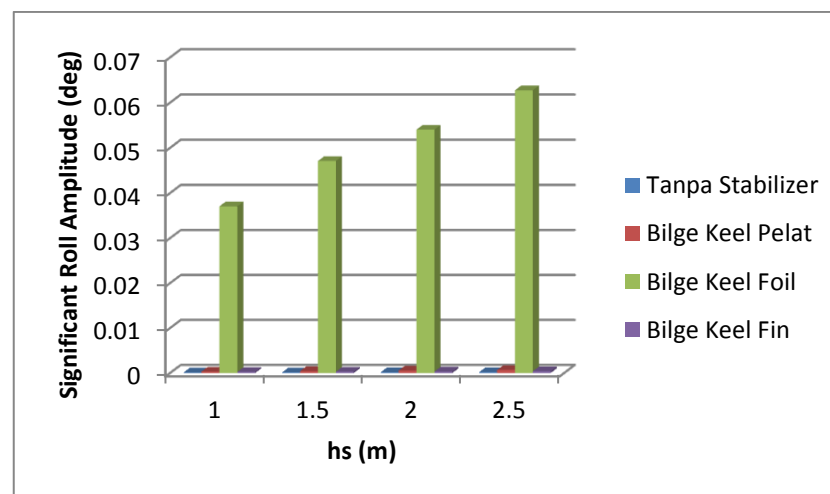
Gambar V. 73 Significant Roll Amplitude pada heading 180° $T_z= 5$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.73 *significant roll amplitude* terbesar pada h_s 1 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.04 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.0001deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada h_s 1.5 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.05 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00014deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada h_s 2 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.058 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00016 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada h_s 2.5 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.068 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00019 deg.



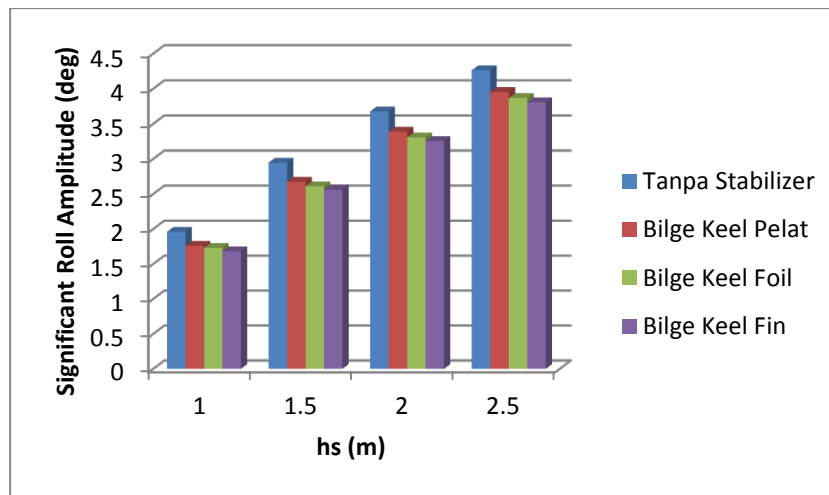
Gambar V. 74 Significan Roll Amplitude pada heading 180° Tz= 6 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.74 *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.039 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.0001deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.049 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00014 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 0.057 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *Significant roll amplitude* sebesar 0.00016 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.066 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00019 deg.



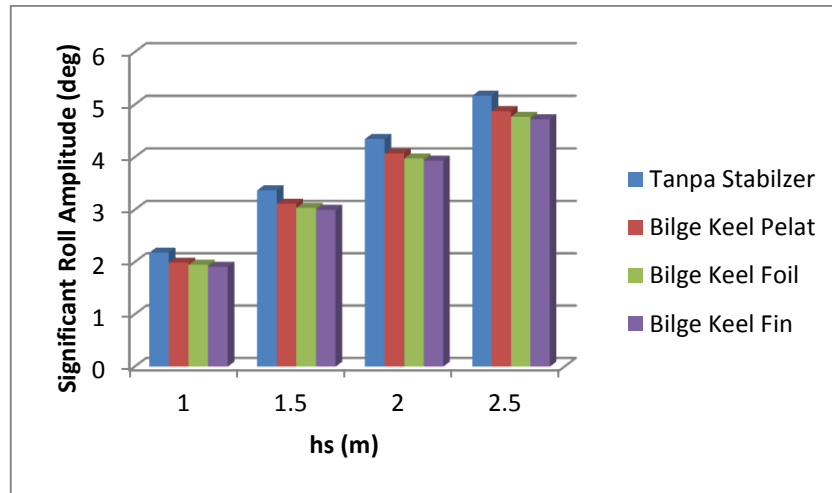
Gambar V. 75 Significan Roll Amplitude pada heading 180° Tz= 7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V. 75 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.037 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.0001deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.047 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00013deg. *Significant roll ampitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.054 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *Significant Roll Amplitude* sebesar 0.00016 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.063 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00018 deg.



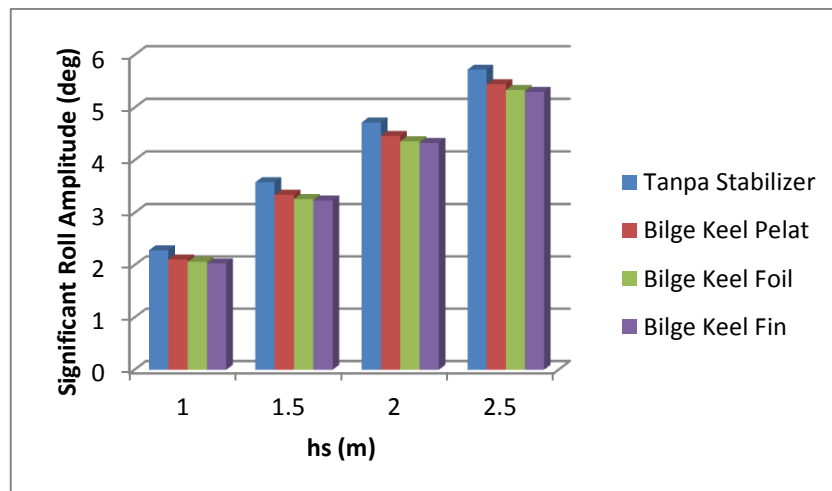
Gambar V. 76 Significant Roll Amplitude pada heading 135° Tz= 5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.76 *significant roll ampitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 1.96 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 1.68 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 2.18 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 1.91 deg. *Significant roll ampitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 3.68 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 3.25 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 4.26 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 3.81 deg.



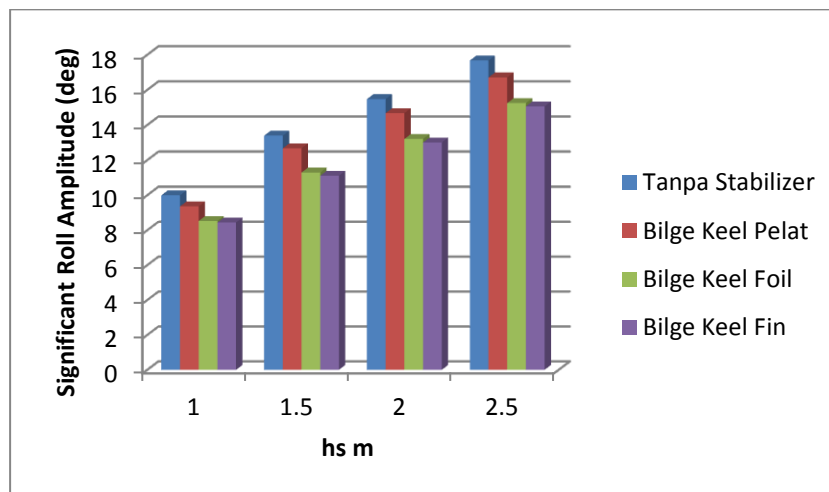
Gambar V. 77 Significan Roll Amplitude pada heading 135⁰ Tz= 6 s

Dapat diperhatikan pada Gambar V.77 *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 2.18 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 1.91 deg. *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 3.37 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai *Significant Roll Amplitude* sebesar 3 deg. *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 4.35 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 3.94 deg. *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 5.17 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 4.72 deg.



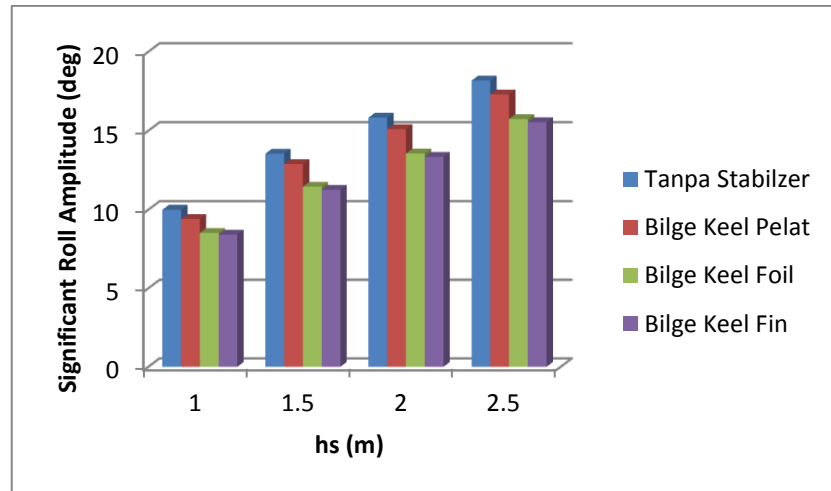
Gambar V. 78 Significan Roll Amplitude pada heading 135⁰ Tz= 7 s

Dapat diperhatikan pada Gambar V.78 *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 2.28 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 2.03 deg. *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 3.58 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai *Significant Roll Amplitude* sebesar 3.23 deg. *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant Roll Amplitude* sebesar 4.72 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 4.33 deg. *Significant Roll Amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 5.72deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 5.30 deg.



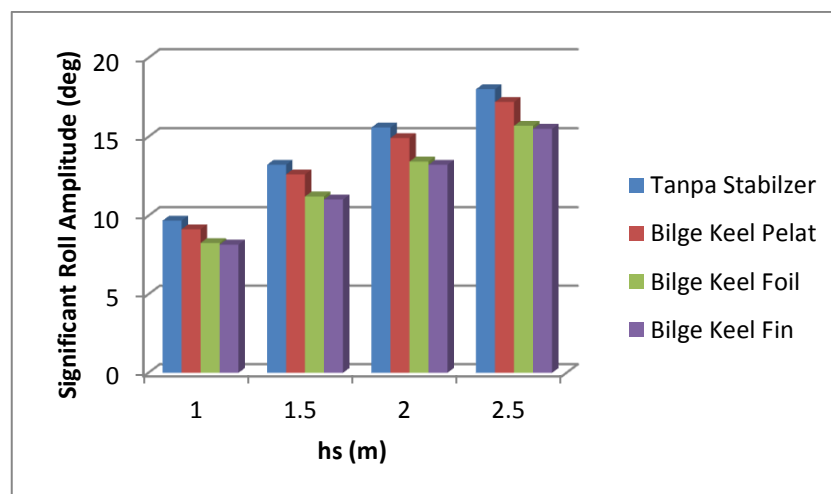
Gambar V. 79 Significant Roll Amplitude pada heading 90° Tz= 5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.79 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 9.99 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 8.44 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant roll amplitude* sebesar 13.39 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 11.11deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 15.47deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 13.00 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 17.68 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* fin dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 15.06 deg.



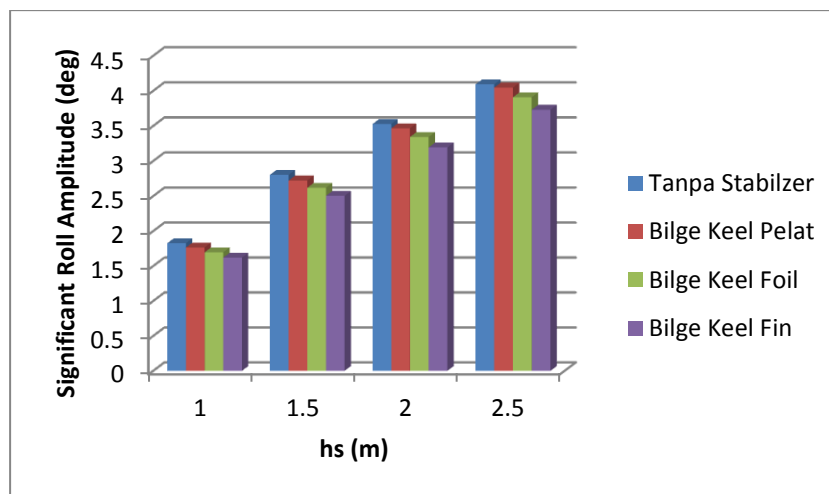
Gambar V. 80 Significan Roll Amplitude pada heading 90° Tz= 6 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.80 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 10 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 8.42 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 13.55 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 11.26deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 15.83deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 13.35 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 18.18 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai significant Roll amplitude sebesar 15.55 deg.



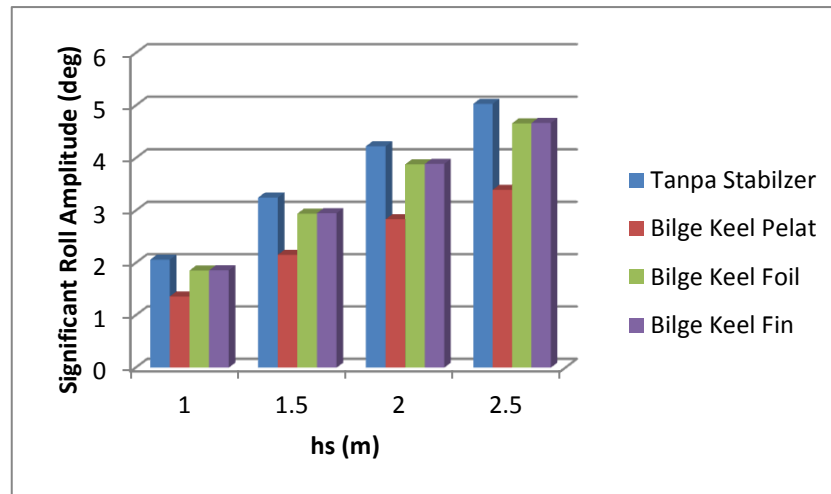
Gambar V. 81 Significan Roll Amplitude pada heading 90° Tz= 7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.81 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 9.69 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 8.16 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant roll amplitude* sebesar 13.22 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *Significant roll amplitude* sebesar 11.03 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *Significant roll amplitude* sebesar 15.59 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 13.22 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 18.01 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant Roll amplitude* sebesar 15.50 deg.



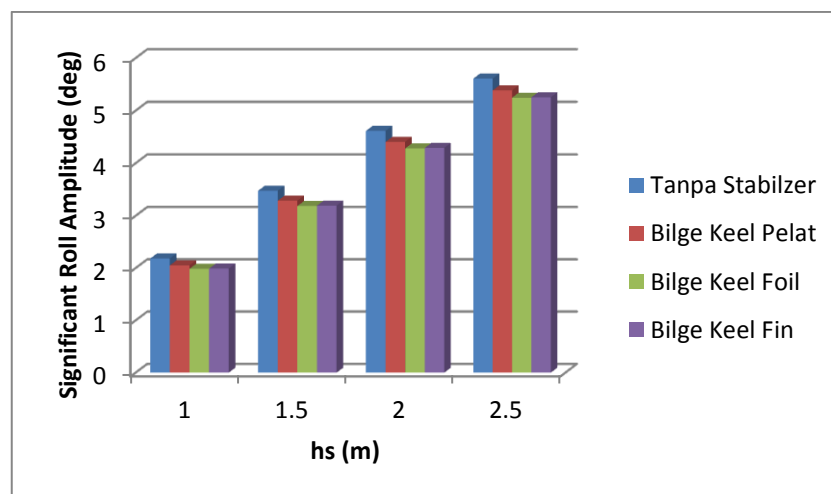
Gambar V. 82 Significant Roll Amplitude pada heading 45° Tz= 5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.82 *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 1.83 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 1.62 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 2.80 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *Significant Roll Amplitude* sebesar 2.50 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 3.53 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant Roll amplitude* sebesar 3.19 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 4.09 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel fin* dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 3.73 deg.



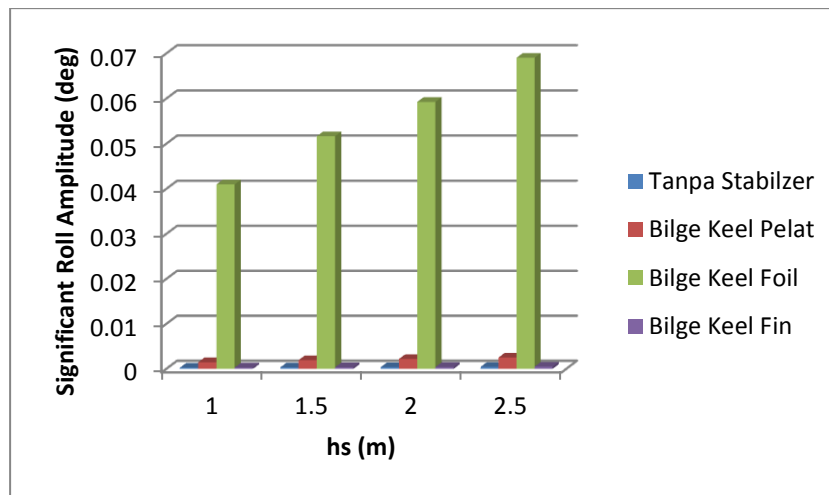
Gambar V. 83 Significan Roll Amplitude pada heading 45° Tz= 6 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.83 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 2.06 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* pelat dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 1.36 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 3.25 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* pelat dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 2.16 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 4.23 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* pelat dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 2.83 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 5.03 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* pelat dengan nilai *significant Roll amplitude* sebesar 3.40 deg.



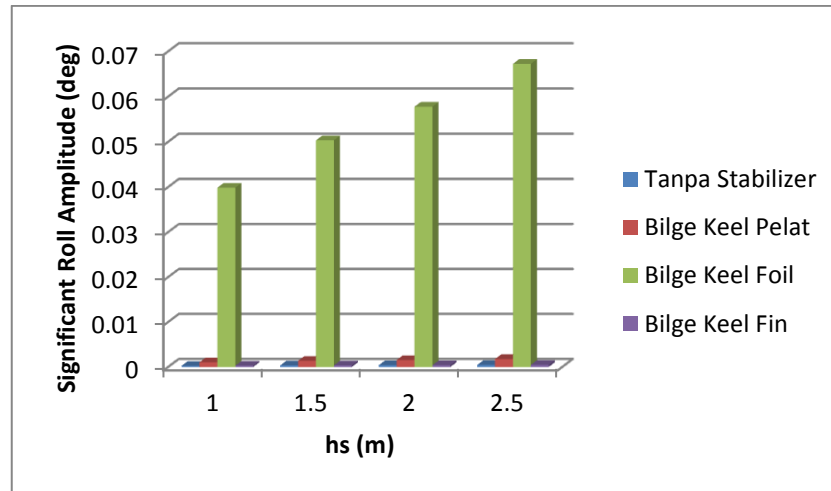
Gambar V. 84 Significan Roll Amplitude pada heading 45° Tz= 7 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.84 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 2.18 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* foil dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 1.99 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 3.48 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* foil dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 3.17 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 4.62 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* foil dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 4.28 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada tanpa stabilizer dengan *significant roll amplitude* sebesar 5.61 deg nilai minimum terjadi pada *bilge keel* foil dengan nilai *significant Roll amplitude* sebesar 5.25 deg.



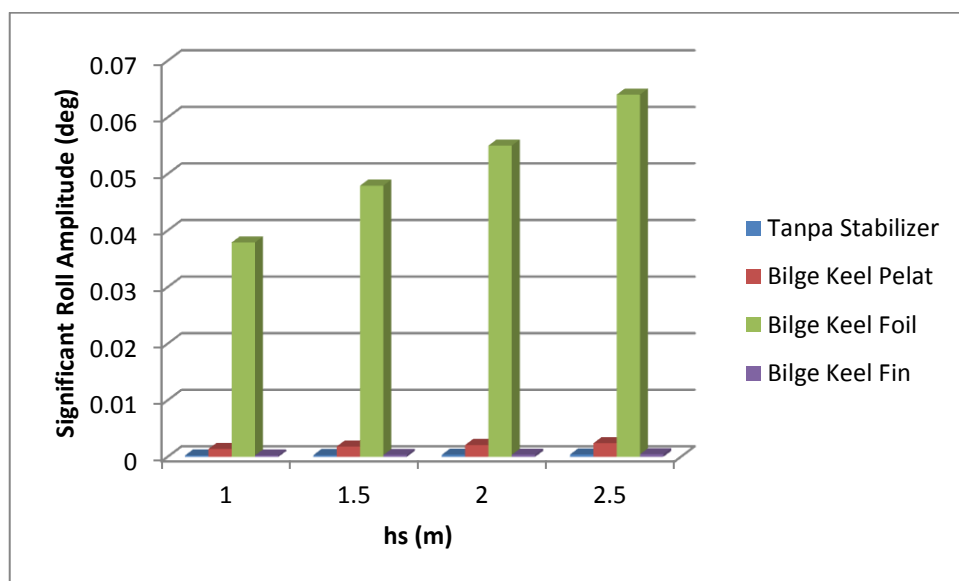
Gambar V. 85 Significant Roll Amplitude pada heading 0° Tz= 5 s

Dapat diperhatikan pada gambar V.85 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.04 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.0002 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.05 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *Significant Roll Amplitude* sebesar 0.0003 deg. *Significant roll ampitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.059 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00039 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada bilge keel foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.068 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00019 deg.



Gambar V. 86 Significan Roll Amplitude pada heading 0° $T_z= 6$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.86 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.039 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00026 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.050 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00033 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada *bilge keel foil* dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.058 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00038 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada bilge keel foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.067 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00044 deg.



Gambar V. 87 Significan Roll Amplitude pada heading 0° $T_z= 7$ s

Dapat diperhatikan pada gambar V.86 *significant roll amplitude* terbesar pada hs 1 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.038 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00025 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 1.5 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.048 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *Significant roll amplitude* sebesar 0.00032 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.055 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00037 deg. *Significant roll amplitude* terbesar pada hs 2.5 meter terjadi pada *bilge keel* foil dengan *significant roll amplitude* sebesar 0.064 deg nilai minimum terjadi pada tanpa stabilizer dengan nilai *significant roll amplitude* sebesar 0.00042 deg..

V.7. Pengecekan Kriteria

Pengecekan dilakukan dengan membandingkan *Significant Roll Amplitude* dengan dengan ukuran minimal menurut *Seaworthiness Criteria for Human Performance Standard in Ship motion* (Pipchenko et al, 2011). Pada Seaworthiness kriteria untuk gerkan Roll Ada 2 kriteria yaitu : *General Operability limiting criteria For Ship* (Cruikshank & Landsberg) dan *Management level navigator inquiry result*. Pada *General Operability limiting criteria* Batas untuk RMS Roll (*significant Roll Amplitude*) adalah 15 deg. Pada *Management level navigators inquiry result* dibagi menurut tabel V.1

Tabel V. 1 kriteria Managemen Level navigation Inquiry Result

Kriteria	Roll Motion Amplitude (deg)
Small	<7
Not Dangeous	<14
Subtansial	<23
Dangerous	>26

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Respon *gerakan roll* kapal *Ro-Ro* tanpa *roll* stabilizer terbesar terjadi pada arah gelombang 90 derajat dengan nilai respon sebesar 81.112 deg^2 pada $T_z = 7$ detik dan $h_s = 2.5 \text{ m}$.
2. Respon *gerakan roll* kapal *Ro-Ro* dengan *bilge keel* pelat terbesar terjadi pada arah gelombang 90 derajat dengan nilai respon sebesar 74.021 deg^2 pada $T_z = 7$ detik dan $h_s = 2.5 \text{ m}$, pengurangan respon sebesar 8.7%
3. Respon *gerakan roll* kapal *Ro-Ro bilge keel* foil terbesar terjadi pada arah gelombang 90 derajat dengan nilai respon sebesar 61.609 deg^2 pada $T_z = 7$ detik dan $h_s = 2.5 \text{ m}$, pengurangan respon sebesar 24.045 %
4. Respon *gerakan roll* kapal *Ro-Ro bilge keel* fin terbesar terjadi pada arah gelombang 90 derajat dengan nilai respon sebesar 60.087 deg^2 pada $T_z = 7$ detik dan $h_s = 2.5 \text{ m}$, pengurangan respon sebesar 25.92%
5. Berdasarkan hasil pengurangan respon maka *Roll* stabilizer yang paling optimum untuk kapal *Ro-Ro* adalah *Bilge keel* fin.

VI.2. Saran

Dalam penelitian ini masih ada kekurangan-kekurangan yang terjadi, oleh karena masih banyaknya pokok bahasan yang akan diteliti dan dikembangkan lagi, selain itu untuk saran pada penelitian selanjutnya, adalah sebagai berikut :

1. Analisa RAO hanya menggunakan CFD, selanjutnya sebaiknya dibandingkan juga dengan RAO hasil eksperimen.
2. Analisa dan pengecekan riteria hanya sebatas *gerakan Rolling*. Untuk selanjutnya sebaiknya analisa dan pengecekan kriteria lebih luas lagi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- American Bureau of Shipping (ABS). (2016). *Spectral-Based Fatigue Analysis for Vessels*. Houston: American Bureau of Shipping.
- Antara News. (2012, March 7). Transportasi Laut Miliki Peran Penting dalam Pembangunan Nasional. Retrieved April 21, 2018, from Antara News web site: <http://www.antaranews.com/berita/300200/transportasi-laut-miliki-peran-penting-dalam-pembangunan-nasional>.
- Bappenas. 2014. "Pokok-pokok Penyelenggaraan Pembangunan Nasional". Bappenas . Jakarta.
- Bhattacharyya, R. (1978). *Dynamic of Marine Vehicle*. U.S. Naval Academy, Annapolis: Maryland.
- Boudière, E., Maisondieu, C., Ardhuin, F (2013). *A suitable metocean hindcast database for the design of Marine energy converters*: International Journal of Marine Energy.
- Chang ,B.C. (2008). *On the parametric rolling of ships using a numerical simulation method*, Department of Naval Architecture. Science Direct : Taiwan.
- Dean, R. G. (1984). *Water wave mechanics for engineers and scientists*: World Scientific.
- Djarmiko, E. (2012). *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*. Surabaya: ITS Press.
- Hou, X.R., Zou, J.Z. (2016). *Parameter identification of nonlinear roll motion equation for floating structures in irregular waves* Science Direct: China.
- Ikeda, Y. Ali, B. Yoshida, H. (2004). "A Roll Damping Prediction Method for a FLNG with Steady Drift Motion". Japan.
- International Maritime Organization (IMO). (2018). *Safety of ro-ro ferries*.. Retrieved May 21, 2018, from IMO web site: <http://www.imo.org>
- Marine Insight. (2016, July 20). *What are ro-ro ship*. Retrieved April 19, 2018, from Marine Insight web site: <http://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-ro-ro-ships>.
- Martin, F. R., Rodriguez, H., Neves, L.L.D (2013). *Failure analysis of bilge keels and its design improvement*. Science Direct: Lisbon.
- NASA. (2010). "The NACA airfoil series". Washington DC, United State of America.

- Pipchenko, O.D. (2011). *On the Method of Ship's Transoceanic Route Planning*. Odessa National Maritime Academy: Odessa.
- University of California San Diego. (2012). *Wave Measurement*. Retrieved May 21, 2018, from Coastal Engineering Manual web site: <http://cdip.ucsd.edu>
- Wikiwaves. (2012, December 9). *Ocean-Wave Spectra*. Retrieved May 21, 2018, from Wikiwaves web site: https://wikiwaves.org/Ocean-Wave_Spectra

LAMPIRAN

Lampiran A Hasil *Running CFD*

Lampiran B Data Gelombang

Lampiran C Perhitungan Respon Spektrum

Lampiran D Perhitungan *Significant Roll Amplitude*

LAMPIRAN HASIL RUNNING & CFD

CFDeTANPA&STABILIZER

Wave Range	-180° to 180°
Interval	45°
Number of Intermediate Directions	7
Optional Wave Directions A	
Additional Range	None
Optional Wave Directions B	
Additional Range	None
Optional Wave Directions C	
Additional Range	None
Optional Wave Directions D	
Additional Range	None

TABLE 16
Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Wave Frequency

Object Name	Wave Frequencies
State	Fully Defined
Details of Wave Frequencies	
Intervals Based Upon	Frequency
Frequency/Period Definition	
Range	Manual Definition
Definition Type	Range
Lowest Frequency Definition	Program Controlled
Lowest Frequency	0,1 rad/s
Longest Period	62,83185 s
Highest Frequency Definition	Manual Definition
Highest Frequency	3,1 rad/s
Shortest Period	2,02683 s
Number of Intermediate Values	29
Interval Frequency	0,1 rad/s
Additional Frequencies A	
Additional Range	None
Additional Frequencies B	
Additional Range	None
Additional Frequencies C	
Additional Range	None
Additional Frequencies D	
Additional Range	None

Solution (C5)

TABLE 17
Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Hydrostatic Results

Object Name	Hydrostatic
State	Solved
Details of Hydrostatic	
Structure	hull
Graphical Representation	
Show Centre of Gravity	Yes
Show Centre of Buoyancy	Yes
Show Centre of Floatation	Yes
Results	
Actual Displaced Volume	822.89703 m³
Metacentric Height GMX	4.4018536 m
Out of Balance Force/Weight, Fz	5.5413e-4

Hydrostatic Results

Structure

hull

Hydrostatic Stiffness

Centre of Gravity (CoG) Position:	X:	-0.315 m	Y:	0. m	Z:	0. m
	Z		RX		RY	
Heave (Z):		4841406. N/m		0.1019762 N/°		-1186.2853 N/°
Roll (RX):		5.8428063 N.m/m		635481.63 N.m/°		-0.2493116 N.m/°
Pitch (RY):		-67969.141 N.m/m		-0.2493116 N.m/°		11468709 N.m/°

Hydrostatic Displacement Properties

Actual Volumetric Displacement:	822.89703 m³
Equivalent Volumetric Displacement:	822.43903 m³

Centre of Buoyancy (CoB) Position:	X:	1.094317 m	Y:	2.7535e-4 m	Z:	-0.9464788 m
Out of Balance Forces/Weight:	FX:	-3.2508e-9	FY:	1.8956e-8	FZ:	5.5413e-4
Out of Balance Moments/Weight:	MX:	2.7952e-4 m	MY:	-1.4101036 m	MZ:	3.0728e-7 m

Cut Water Plane Properties

Cut Water Plane Area:	481.64487 m²
-----------------------	--------------

Centre of Floatation: X: -0.3009609 m Y: 1.2068e-6 m
 Principal 2nd Moment of Area: X: 5265.1689 m⁴ Y: 67014.93 m⁴
 Angle Principal Axis makes with X(FRA): -1.311e-6°

Small Angle Stability Parameters

CoG to CoB (BG): 0.9464777 m
 Metacentric Heights (GMX/GMY): 5.4518547 m 80.284943 m
 CoB to Metacentre (BMX/BMY): 6.3983326 m 81.437805 m
 Restoring Moments about Principal Axes (MX/MY): 635481.63 N.m/° 11468693 N.m/°

TABLE 18
 Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Pressures and Motions Results

Object Name	Pressures and Motions
State	Solved
Details of Pressures and Motions	
Structure Selection	hull
Result Selection	
Frequency	1,4 rad/s
Direction	90°
Incident Wave Amplitude	0,5 m
Result Type	Phase Angle
Wave Position (Phase)	0
Contour Selection	
Structure Contour Type	Interpolated Pressure
Above Water Body Display	Dimmed
Pressure Measurement	Head of Water
Wave Contour Type	Wave Height
Component Selection	
Include Incident Wave	Yes
Include Diffracted Wave	Yes
Include Radiation Wave	Yes
Include Hydrostatic Differential	Yes
Include Second Order Terms	Yes
Results	
Minimum Value	-1,96078428705608
Maximum Value	1,24847710132599

FIGURE 1
 Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Pressures and Motions

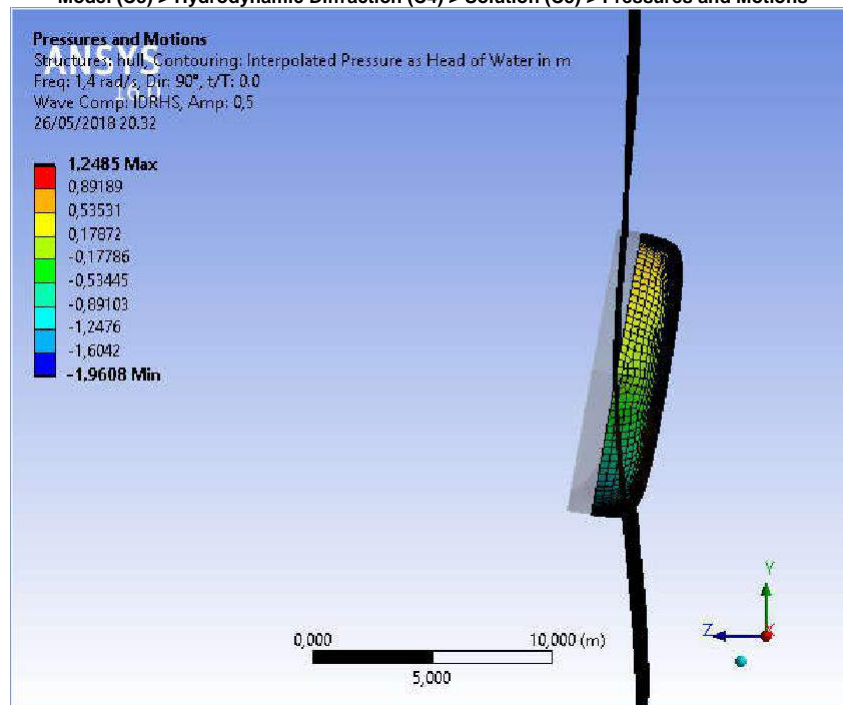


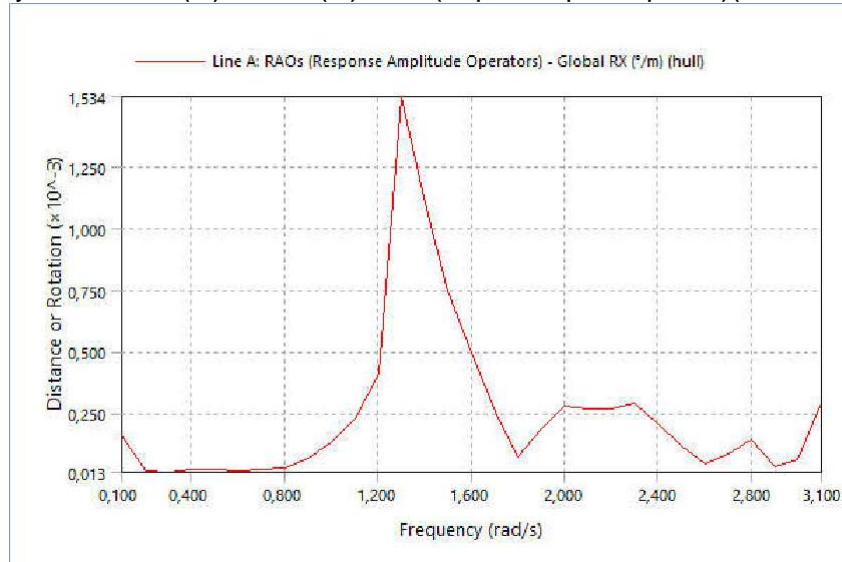
TABLE 19
 Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency

Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	0.0°
Position of Min in X	0,3
Position of Max in X	1,3
Minimum Value	1,3e-5
Maximum Value	0,002
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 2

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 20**

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	1,63274777897987E-04
0,2 rad/s	1,97797028520674E-05
0,3 rad/s	1,26444621534456E-05
0,4 rad/s	2,6495125802954E-05
0,5 rad/s	2,36935426084512E-05
0,6 rad/s	1,82953973186565E-05
0,7 rad/s	2,23967279746245E-05
0,8 rad/s	2,87356563018696E-05
0,9 rad/s	6,72830459427972E-05
1 rad/s	1,3086767410023E-04
1,1 rad/s	2,30100726124628E-04
1,2 rad/s	4,12494635081112E-04
1,3 rad/s	1,53376068713677E-03
1,4 rad/s	1,10272339017206E-03
1,5 rad/s	7,45454397826521E-04
1,6 rad/s	4,98071555747429E-04
1,7 rad/s	2,589636062422E-04
1,8 rad/s	7,60937552156271E-05
1,9 rad/s	1,9080639853431E-04
2 rad/s	2,80530197435188E-04
2,1 rad/s	2,68062074596836E-04
2,2 rad/s	2,67012835560747E-04
2,3 rad/s	2,9366853571246E-04
2,4 rad/s	2,06639954929539E-04
2,5 rad/s	1,2203582762432E-04
2,6 rad/s	4,7351151971666E-05
2,7 rad/s	8,40820351322578E-05
2,8 rad/s	1,45255497915003E-04
2,9 rad/s	3,5098696999377E-05
3 rad/s	6,18865258401115E-05
3,1 rad/s	2,90518656030567E-04

TABLE 21

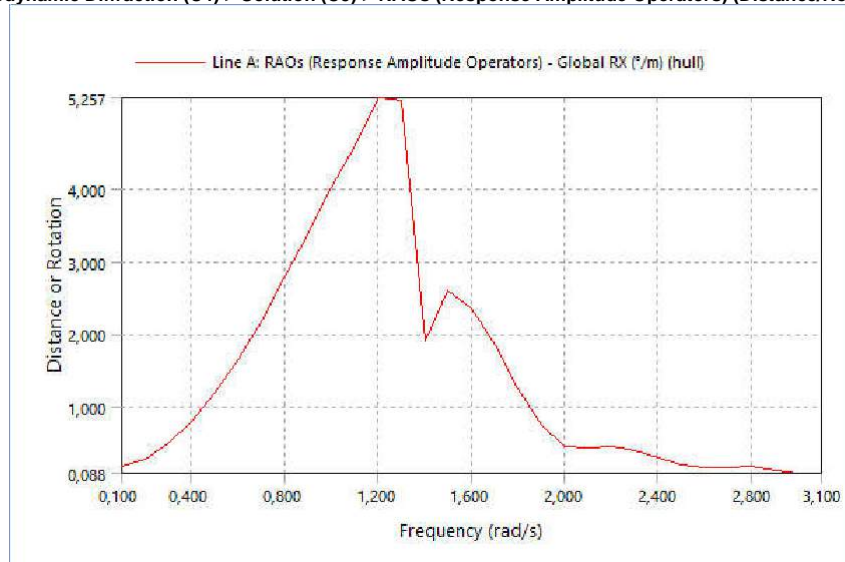
Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axis Selection	Distance/Rotation vs Frequency

Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	45°
Position of Min in X	3
Position of Max in X	1,2
Minimum Value	0,088
Maximum Value	5,257
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 3

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 22**

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,188986144991309
0,2 rad/s	0,28578031755649
0,3 rad/s	0,500085053326324
0,4 rad/s	0,802924435345583
0,5 rad/s	1,19317908632275
0,6 rad/s	1,66532829241775
0,7 rad/s	2,20672867978581
0,8 rad/s	2,79640537781604
0,9 rad/s	3,40735256558217
1 rad/s	4,01342555960184
1,1 rad/s	4,60544629317786
1,2 rad/s	5,25671934469056
1,3 rad/s	5,21564087947481
1,4 rad/s	1,90352356248084
1,5 rad/s	2,60211957965797
1,6 rad/s	2,35771641469129
1,7 rad/s	1,84231845077176
1,8 rad/s	1,25036911401691
1,9 rad/s	0,746713205775994
2 rad/s	0,457278710333121
2,1 rad/s	0,426777886944621
2,2 rad/s	0,447133958424948
2,3 rad/s	0,398758796782789
2,4 rad/s	0,300425790601732
2,5 rad/s	0,206635407167475
2,6 rad/s	0,16576260801898
2,7 rad/s	0,165674442549791
2,8 rad/s	0,178020116196295
2,9 rad/s	0,127345835506273
3 rad/s	8,75357911142694E-02
3,1 rad/s	8,90783800001675E-02

TABLE 23

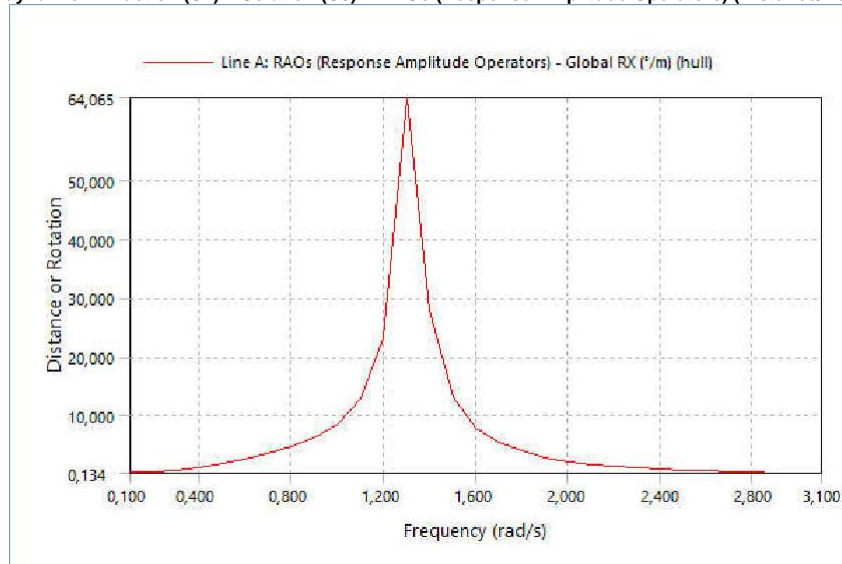
Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line

Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	90°
Position of Min in X	3,1
Position of Max in X	1,3
Minimum Value	0,134
Maximum Value	64,065
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 4

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 24**

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,266819685740109
0,2 rad/s	0,402158710205148
0,3 rad/s	0,703058798747798
0,4 rad/s	1,13418471474894
0,5 rad/s	1,70738785027475
0,6 rad/s	2,44320306234317
0,7 rad/s	3,37837143260357
0,8 rad/s	4,58413909117518
0,9 rad/s	6,21217017513472
1 rad/s	8,6236824403895
1,1 rad/s	12,846330781534
1,2 rad/s	23,0254641544415
1,3 rad/s	64,0652483013737
1,4 rad/s	27,8980442687005
1,5 rad/s	12,9517752419407
1,6 rad/s	7,90832087012092
1,7 rad/s	5,40929082970984
1,8 rad/s	3,89043818519883
1,9 rad/s	2,86910889954942
2 rad/s	2,16449932769491
2,1 rad/s	1,66528795161297
2,2 rad/s	1,29133039879971
2,3 rad/s	1,00494216772667
2,4 rad/s	0,782569137597622
2,5 rad/s	0,595415124150103
2,6 rad/s	0,52190409262993
2,7 rad/s	0,39614211395916
2,8 rad/s	0,325390585585378
2,9 rad/s	0,233512828541497
3 rad/s	0,17988857314069
3,1 rad/s	0,133642576229937

TABLE 25

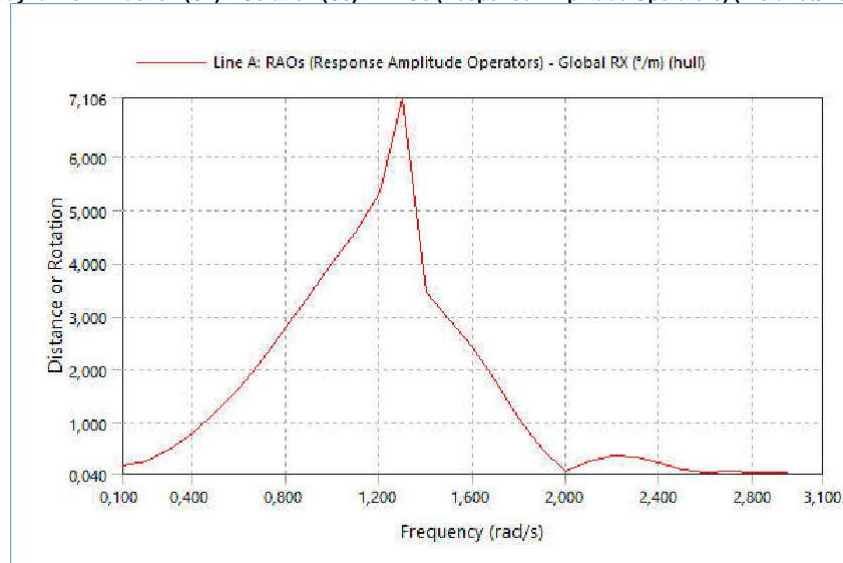
Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	

Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	135°
Position of Min in X	3,1
Position of Max in X	1,3
Minimum Value	0,04
Maximum Value	7,106
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 5

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 26**

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,188943376267717
0,2 rad/s	0,285765136393843
0,3 rad/s	0,500086600791058
0,4 rad/s	0,802945299439063
0,5 rad/s	1,19326062170597
0,6 rad/s	1,66567279008401
0,7 rad/s	2,20792417633397
0,8 rad/s	2,79945014808199
0,9 rad/s	3,41219218149594
1 rad/s	4,01596041355756
1,1 rad/s	4,60118980466447
1,2 rad/s	5,32012527141626
1,3 rad/s	7,10582913793143
1,4 rad/s	3,46671203211145
1,5 rad/s	2,96327970584415
1,6 rad/s	2,41118526994826
1,7 rad/s	1,75152592007355
1,8 rad/s	1,08345978126931
1,9 rad/s	0,496850585228353
2 rad/s	9,21659456701306E-02
2,1 rad/s	0,271969568333019
2,2 rad/s	0,382895975920125
2,3 rad/s	0,352869637235529
2,4 rad/s	0,239444607711815
2,5 rad/s	0,113360356170011
2,6 rad/s	6,71964682716433E-02
2,7 rad/s	0,104348721972972
2,8 rad/s	7,90110680297521E-02
2,9 rad/s	0,073123018078378
3 rad/s	4,91939872648206E-02
3,1 rad/s	3,98454893385363E-02

TABLE 27

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved

Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	-180°
Position of Min in X	0,3
Position of Max in X	1,3
Minimum Value	1,2e-5
Maximum Value	6,7e-4
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 6

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

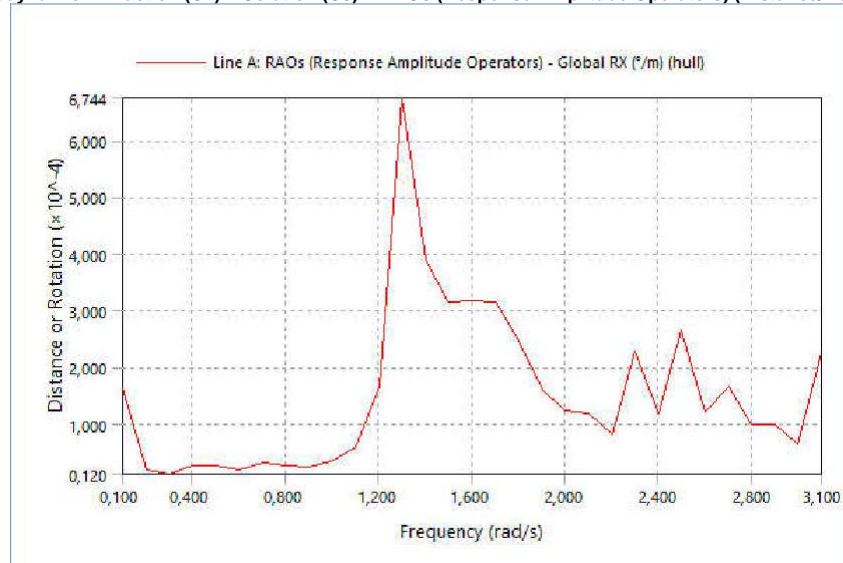


TABLE 28

Model (C3) > Hydrodynamic Diffraction (C4) > Solution (C5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	1,6322183392676E-04
0,2 rad/s	1,94790448653621E-05
0,3 rad/s	1,2038362625794E-05
0,4 rad/s	2,62127878112139E-05
0,5 rad/s	2,78045576208688E-05
0,6 rad/s	2,03648206930409E-05
0,7 rad/s	3,07742369469525E-05
0,8 rad/s	2,6145774083853E-05
0,9 rad/s	2,36643006395987E-05
1 rad/s	3,54965323815979E-05
1,1 rad/s	5,99910561103649E-05
1,2 rad/s	1,66378917844896E-04
1,3 rad/s	6,74446006148426E-04
1,4 rad/s	3,88958095643735E-04
1,5 rad/s	3,14655531118069E-04
1,6 rad/s	3,1754092543976E-04
1,7 rad/s	3,15698725370041E-04
1,8 rad/s	2,48584268977355E-04
1,9 rad/s	1,620204330836E-04
2 rad/s	1,22811318710752E-04
2,1 rad/s	1,19715516397108E-04
2,2 rad/s	8,16360015147082E-05
2,3 rad/s	2,28463683943415E-04
2,4 rad/s	1,17732371242568E-04
2,5 rad/s	2,63951621397597E-04
2,6 rad/s	1,20266777258942E-04
2,7 rad/s	1,64673494043365E-04
2,8 rad/s	9,81876365748143E-05
2,9 rad/s	9,92532707850638E-05
3 rad/s	6,3809399025438E-05
3,1 rad/s	2,24325195452326E-04

CFD of BILGE, KEEL and PELAT

Wave Range	-180° to 180°
Interval	45°
Number of Intermediate Directions	7
Optional Wave Directions A	
Additional Range	None
Optional Wave Directions B	
Additional Range	None
Optional Wave Directions C	
Additional Range	None
Optional Wave Directions D	
Additional Range	None

TABLE 16
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Wave Frequency

Object Name	<i>Wave Frequencies</i>
State	Fully Defined
Details of Wave Frequencies	
Intervals Based Upon	Frequency
Frequency/Period Definition	
Range	Manual Definition
Definition Type	Range
Lowest Frequency Definition	Program Controlled
Lowest Frequency	0,1 rad/s
Longest Period	62,83185 s
Highest Frequency Definition	Manual Definition
Highest Frequency	3,1 rad/s
Shortest Period	2,02683 s
Number of Intermediate Values	29
Interval Frequency	0,1 rad/s
Additional Frequencies A	
Additional Range	None
Additional Frequencies B	
Additional Range	None
Additional Frequencies C	
Additional Range	None
Additional Frequencies D	
Additional Range	None

Solution (B5)

TABLE 17
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrostatic Results

Object Name	<i>Hydrostatic</i>
State	Solved
Details of Hydrostatic	
Structure	hull
Graphical Representation	
Show Centre of Gravity	Yes
Show Centre of Buoyancy	Yes
Show Centre of Floatation	Yes
Results	
Actual Displaced Volume	
Metacentric Height GMX	
Out of Balance Force/Weight, Fz	

Hydrostatic Results

Structure

hull

Hydrostatic Stiffness

Centre of Gravity (CoG) Position:	X:	-0.315 m	Y:	0. m	Z:	0. m
		Z		RX		RY
Heave (Z):		4841412. N/m		0.411005 N/°		-1186.2708 N/°
Roll (RX):		23.548849 N.m/m		786182.94 N.m/°		-0.4603954 N.m/°
Pitch (RY):		-67968.305 N.m/m		-0.4603954 N.m/°		11619402 N.m/°

Hydrostatic Displacement Properties

Actual Volumetric Displacement:	825.35834 m³
Equivalent Volumetric Displacement:	822.43903 m³

Centre of Buoyancy (CoB) Position:	X:	1.0987656 m	Y:	-3.0328e-4 m	Z:	-0.9497845 m
Out of Balance Forces/Weight:	FX:	-4.4855e-9	FY:	1.9495e-7	FZ:	3.5506e-3
Out of Balance Moments/Weight:	MX:	-3.0628e-4 m	MY:	-1.4187815 m	MZ:	-3.2711e-7 m

Cut Water Plane Properties

Cut Water Plane Area:	481.64551 m²
-----------------------	--------------

Centre of Flootation: X: -0.300961 m Y: 4.864e-6 m
 Principal 2nd Moment of Area: X: 5265.1885 m⁴ Y: 67014.906 m⁴
 Angle Principal Axis makes with X(FRA): -2.4045e-6°

Small Angle Stability Parameters

CoG to CoB (BG): 0.9497845 m
 Metacentric Heights (GMX/GMY): 5.4294915 m 80.24514 m
 CoB to Metacentre (BMX/BMY): 6.3792758 m 81.194923 m
 Restoring Moments about Principal Axes (MX/MY): 786182.94 N.m/° 11619387 N.m/°

TABLE 18
 Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Pressures and Motions Results

Object Name	Pressures and Motions
State	Solved
Details of Pressures and Motions	
Structure Selection	hull
Result Selection	
Frequency	1,3 rad/s
Direction	90°
Incident Wave Amplitude	0,5 m
Result Type	Phase Angle
Wave Position (Phase)	0
Contour Selection	
Structure Contour Type	Interpolated Pressure
Above Water Body Display	Dimmed
Pressure Measurement	Head of Water
Wave Contour Type	Wave Height
Component Selection	
Include Incident Wave	Yes
Include Diffracted Wave	Yes
Include Radiation Wave	Yes
Include Hydrostatic Differential	Yes
Include Second Order Terms	Yes
Results	
Minimum Value	-3,687062602368
Maximum Value	2,49840148602498

FIGURE 1
 Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Pressures and Motions

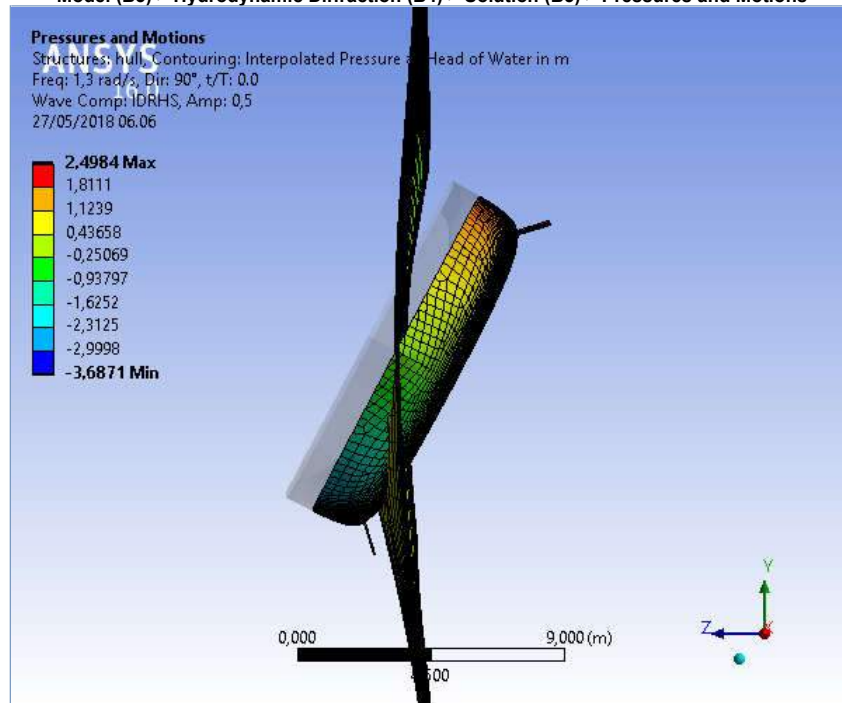


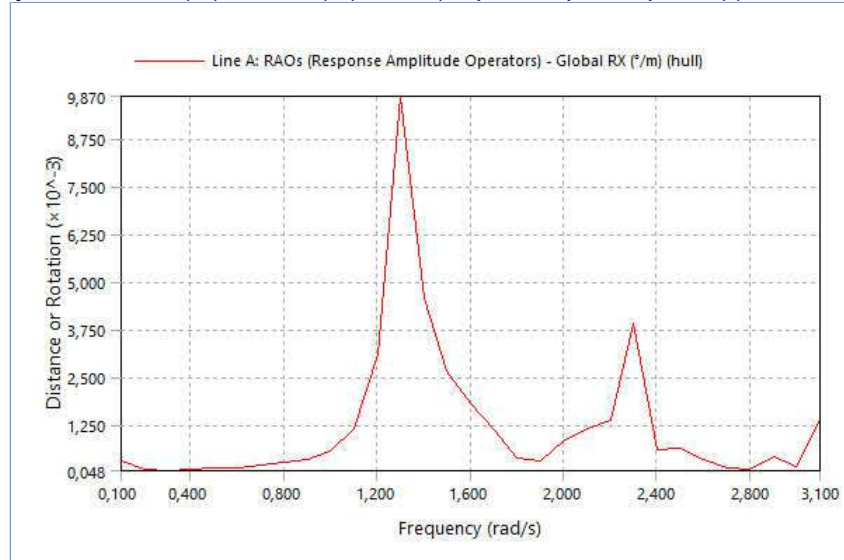
TABLE 19
 Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency

Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	0.0°
Position of Min in X	0,3
Position of Max in X	1,3
Minimum Value	4,8e-5
Maximum Value	0,01
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 2

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 20**

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	2,97829509758259E-04
0,2 rad/s	7,23799518913796E-05
0,3 rad/s	4,77341164033078E-05
0,4 rad/s	8,46991763244305E-05
0,5 rad/s	1,03672359718149E-04
0,6 rad/s	1,27196887752605E-04
0,7 rad/s	1,89423015817608E-04
0,8 rad/s	2,57217862167305E-04
0,9 rad/s	3,24362881196925E-04
1 rad/s	5,63709000407365E-04
1,1 rad/s	1,1663723614087E-03
1,2 rad/s	3,09717604294506E-03
1,3 rad/s	9,87046545162811E-03
1,4 rad/s	4,58063193244367E-03
1,5 rad/s	2,6568620867698E-03
1,6 rad/s	1,82066041950412E-03
1,7 rad/s	1,12096185871703E-03
1,8 rad/s	3,86679889464507E-04
1,9 rad/s	3,07355750809555E-04
2 rad/s	8,10158183891493E-04
2,1 rad/s	1,16454141714389E-03
2,2 rad/s	1,38390433988352E-03
2,3 rad/s	3,92226531259625E-03
2,4 rad/s	6,12853251605357E-04
2,5 rad/s	6,40425909030402E-04
2,6 rad/s	3,29605741324062E-04
2,7 rad/s	1,21206649996198E-04
2,8 rad/s	9,58828216206767E-05
2,9 rad/s	4,11582107175452E-04
3 rad/s	1,64728809029052E-04
3,1 rad/s	1,37663204770967E-03

TABLE 21

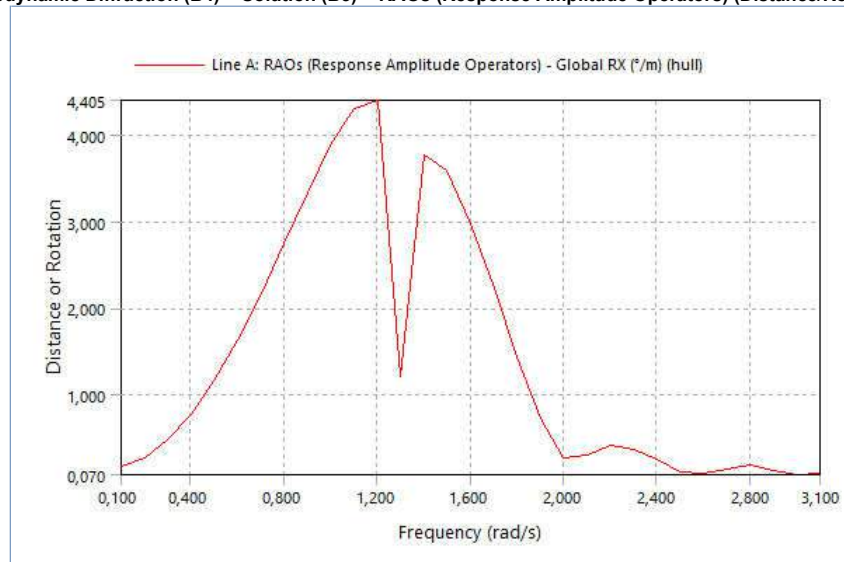
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axis Selection	Distance/Rotation vs Frequency

Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	45°
Position of Min in X	3
Position of Max in X	1,2
Minimum Value	0,07
Maximum Value	4,405
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 3

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 22**

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,160650491569703
0,2 rad/s	0,261629675785824
0,3 rad/s	0,474853320676092
0,4 rad/s	0,775762694007146
0,5 rad/s	1,16310010715678
0,6 rad/s	1,63103690080288
0,7 rad/s	2,16621349173317
0,8 rad/s	2,74525323734817
0,9 rad/s	3,3332654847074
1 rad/s	3,88146673172402
1,1 rad/s	4,31188006689566
1,2 rad/s	4,40499005943492
1,3 rad/s	1,20958498726571
1,4 rad/s	3,77919105220542
1,5 rad/s	3,58736177427103
1,6 rad/s	2,97904933197724
1,7 rad/s	2,2272386706463
1,8 rad/s	1,42755489325762
1,9 rad/s	0,724990589533562
2 rad/s	0,271792597064407
2,1 rad/s	0,301464059396853
2,2 rad/s	0,402865581423391
2,3 rad/s	0,364949013545682
2,4 rad/s	0,242555838920035
2,5 rad/s	0,102899427868247
2,6 rad/s	9,15010294224725E-02
2,7 rad/s	0,139576089627974
2,8 rad/s	0,180605716323115
2,9 rad/s	0,12599271099867
3 rad/s	6,99200462238255E-02
3,1 rad/s	8,21583511642066E-02

TABLE 23

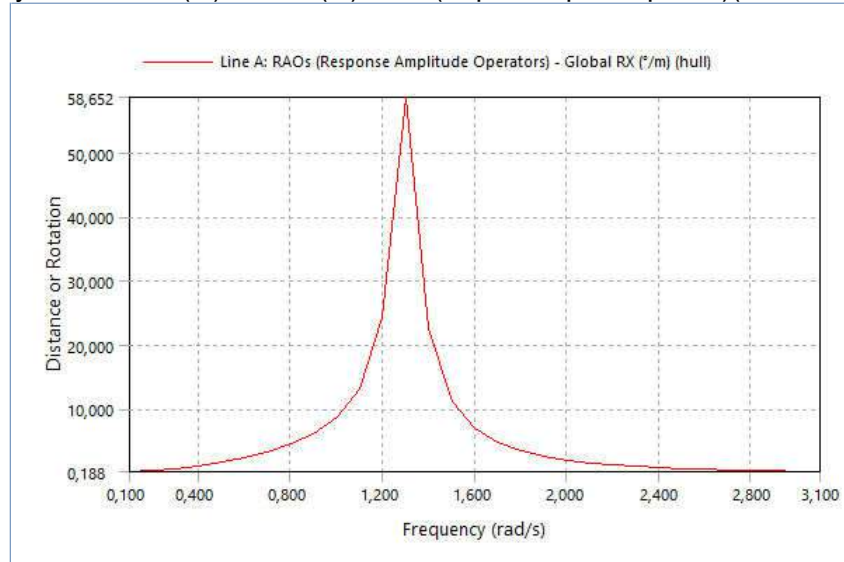
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line

Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	90°
Position of Min in X	3,1
Position of Max in X	1,3
Minimum Value	0,188
Maximum Value	58,652
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 4

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 24**

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,226855315091438
0,2 rad/s	0,368569654136023
0,3 rad/s	0,669066868239349
0,4 rad/s	1,09904200408705
0,5 rad/s	1,67016171847259
0,6 rad/s	2,40339138377504
0,7 rad/s	3,3373333081926
0,8 rad/s	4,54776961450533
0,9 rad/s	6,19653416457727
1 rad/s	8,67112493436441
1,1 rad/s	13,1011361111632
1,2 rad/s	24,2554309597991
1,3 rad/s	58,6524941388678
1,4 rad/s	22,5155085706301
1,5 rad/s	11,1440376120498
1,6 rad/s	6,99522916536188
1,7 rad/s	4,89279704731535
1,8 rad/s	3,57789961439303
1,9 rad/s	2,65918837149437
2 rad/s	2,01166488039259
2,1 rad/s	1,5551398387457
2,2 rad/s	1,21638902961781
2,3 rad/s	0,961221699962592
2,4 rad/s	0,763268090220224
2,5 rad/s	0,582536589026633
2,6 rad/s	0,589272062682764
2,7 rad/s	0,442638626734021
2,8 rad/s	0,373791573880336
2,9 rad/s	0,299752189875265
3 rad/s	0,239290314805681
3,1 rad/s	0,188388423397654

TABLE 25

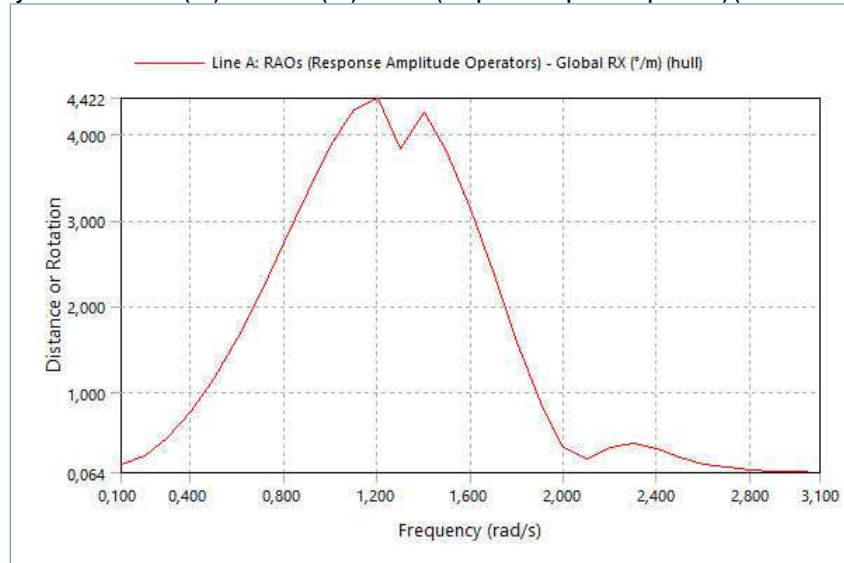
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	

Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	135°
Position of Min in X	3,1
Position of Max in X	1,2
Minimum Value	0,064
Maximum Value	4,422
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 5

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 26**

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,160629400692598
0,2 rad/s	0,261598779852001
0,3 rad/s	0,474813513479836
0,4 rad/s	0,775732278320998
0,5 rad/s	1,16309466434978
0,6 rad/s	1,63117798689792
0,7 rad/s	2,16675457078148
0,8 rad/s	2,74635631289913
0,9 rad/s	3,33350007796435
1 rad/s	3,87396590335487
1,1 rad/s	4,28641157214115
1,2 rad/s	4,42168346865325
1,3 rad/s	3,82621861218825
1,4 rad/s	4,25601851099506
1,5 rad/s	3,79873905361
1,6 rad/s	3,13371981950582
1,7 rad/s	2,3599797686275
1,8 rad/s	1,57407515083738
1,9 rad/s	0,878176204608757
2 rad/s	0,351567178857746
2,1 rad/s	0,219898340534957
2,2 rad/s	0,36033866253635
2,3 rad/s	0,399036700104643
2,4 rad/s	0,336934619138904
2,5 rad/s	0,241789256907407
2,6 rad/s	0,162607687612456
2,7 rad/s	0,137571522488068
2,8 rad/s	9,98784765530113E-02
2,9 rad/s	8,65163920507516E-02
3 rad/s	7,31528067745043E-02
3,1 rad/s	6,42476007985564E-02

TABLE 27

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved

Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	180°
Position of Min in X	0,3
Position of Max in X	2,3
Minimum Value	4,8e-5
Maximum Value	0,003
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 6

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

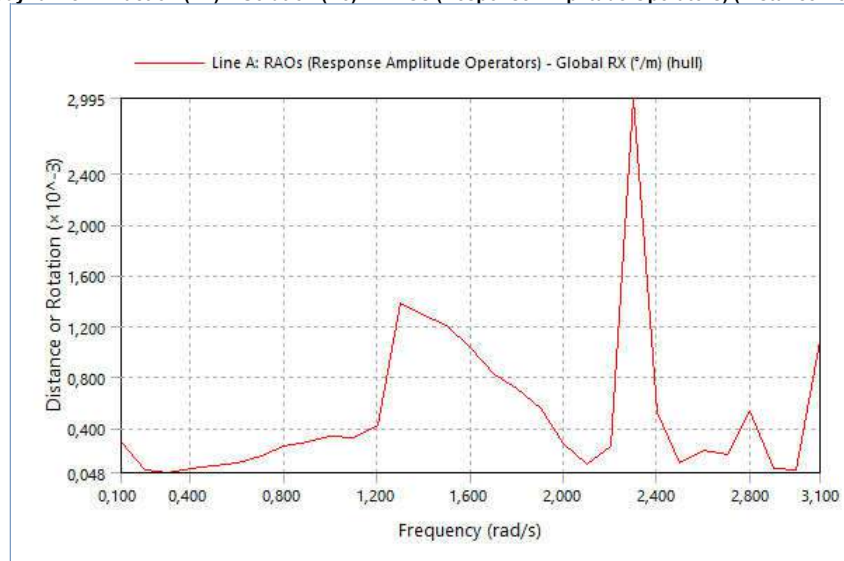


TABLE 28

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	2,95511804041442E-04
0,2 rad/s	7,16850883241224E-05
0,3 rad/s	4,76542379683714E-05
0,4 rad/s	8,25356581990168E-05
0,5 rad/s	1,03418524381686E-04
0,6 rad/s	1,22635303456014E-04
0,7 rad/s	1,85579848902246E-04
0,8 rad/s	2,53168065250064E-04
0,9 rad/s	2,88839300360538E-04
1 rad/s	3,34242273127166E-04
1,1 rad/s	3,2424307982896E-04
1,2 rad/s	4,22263813921643E-04
1,3 rad/s	1,38839217520838E-03
1,4 rad/s	1,28553277381614E-03
1,5 rad/s	1,20971450572836E-03
1,6 rad/s	1,03123141576465E-03
1,7 rad/s	8,24754617896046E-04
1,8 rad/s	7,09294395021038E-04
1,9 rad/s	5,49903026146464E-04
2 rad/s	2,83472053167141E-04
2,1 rad/s	1,16498974731757E-04
2,2 rad/s	2,62009760555267E-04
2,3 rad/s	2,99475613904626E-03
2,4 rad/s	5,22729428693526E-04
2,5 rad/s	1,26378770516109E-04
2,6 rad/s	2,21638836069712E-04
2,7 rad/s	1,89571816516269E-04
2,8 rad/s	5,34774130037578E-04
2,9 rad/s	8,11252042293097E-05
3 rad/s	6,88381708771897E-05
3,1 rad/s	1,09037598063031E-03

CFD&BILGE&FOIL

Wave Range	-180° to 180°
Interval	45°
Number of Intermediate Directions	7
Optional Wave Directions A	
Additional Range	None
Optional Wave Directions B	
Additional Range	None
Optional Wave Directions C	
Additional Range	None
Optional Wave Directions D	
Additional Range	None

TABLE 16
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Wave Frequency

Object Name	<i>Wave Frequencies</i>
State	Fully Defined
Details of Wave Frequencies	
Intervals Based Upon	Frequency
Frequency/Period Definition	
Range	Manual Definition
Definition Type	Range
Lowest Frequency Definition	Program Controlled
Lowest Frequency	0,1 rad/s
Longest Period	62,83185 s
Highest Frequency Definition	Manual Definition
Highest Frequency	3,1 rad/s
Shortest Period	2,02683 s
Number of Intermediate Values	29
Interval Frequency	0,1 rad/s
Additional Frequencies A	
Additional Range	None
Additional Frequencies B	
Additional Range	None
Additional Frequencies C	
Additional Range	None
Additional Frequencies D	
Additional Range	None

Solution (A5)

TABLE 17
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrostatic Results

Object Name	<i>Hydrostatic</i>
State	Solved
Details of Hydrostatic	
Structure	hull
Graphical Representation	
Show Centre of Gravity	Yes
Show Centre of Buoyancy	Yes
Show Centre of Floatation	Yes
Results	
Actual Displaced Volume	
Metacentric Height GMX	
Out of Balance Force/Weight, Fz	

Hydrostatic Results

Structure

hull

Hydrostatic Stiffness

Centre of Gravity (CoG) Position:	X:	-0.315 m	Y:	0. m	Z:	0. m
		Z		RX		RY
Heave (Z):		4841424.5 N/m		0.1839567 N/°		-1186.3083 N/°
Roll (RX):		10.539945 N.m/m		786395.56 N.m/°		-0.4222095 N.m/°
Pitch (RY):		-67970.461 N.m/m		-0.4222095 N.m/°		11619675 N.m/°

Hydrostatic Displacement Properties

Actual Volumetric Displacement:	824.96844 m³
Equivalent Volumetric Displacement:	822.43903 m³

Centre of Buoyancy (CoB) Position:	X:	1.0979342 m	Y:	-9.7456e-4 m	Z:	-0.9487787 m
Out of Balance Forces/Weight:	FX:	2.2838e-9	FY:	2.6631e-8	FZ:	3.0738e-3
Out of Balance Moments/Weight:	MX:	-9.7461e-4 m	MY:	-1.4172819 m	MZ:	-1.6317e-7 m

Cut Water Plane Properties

Cut Water Plane Area:	481.64673 m²
-----------------------	--------------

Centre of Floatation: X: -0.3009607 m Y: 2.177e-6 m
 Principal 2nd Moment of Area: X: 5265.2007 m⁴ Y: 67015.258 m⁴
 Angle Principal Axis makes with X(FRA): -2.2194e-6°

Small Angle Stability Parameters

CoG to CoB (BG): 0.9487787 m
 Metacentric Heights (GMX/GMY): 5.433527 m 80.284943 m
 CoB to Metacentre (BMX/BMY): 6.3823056 m 81.233719 m
 Restoring Moments about Principal Axes (MX/MY): 786395.63 N.m/° 11619658 N.m/°

TABLE 18
 Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Pressures and Motions Results

Object Name	Pressures and Motions
State	Solved
Details of Pressures and Motions	
Structure Selection	hull
Result Selection	
Frequency	1,4 rad/s
Direction	90°
Incident Wave Amplitude	0,5 m
Result Type	Phase Angle
Wave Position (Phase)	0
Contour Selection	
Structure Contour Type	Interpolated Pressure
Above Water Body Display	Dimmed
Pressure Measurement	Head of Water
Wave Contour Type	Wave Height
Component Selection	
Include Incident Wave	Yes
Include Diffracted Wave	Yes
Include Radiation Wave	Yes
Include Hydrostatic Differential	Yes
Include Second Order Terms	Yes
Results	
Minimum Value	-2,97022678146599
Maximum Value	1,64996689652977

FIGURE 1
 Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Pressures and Motions

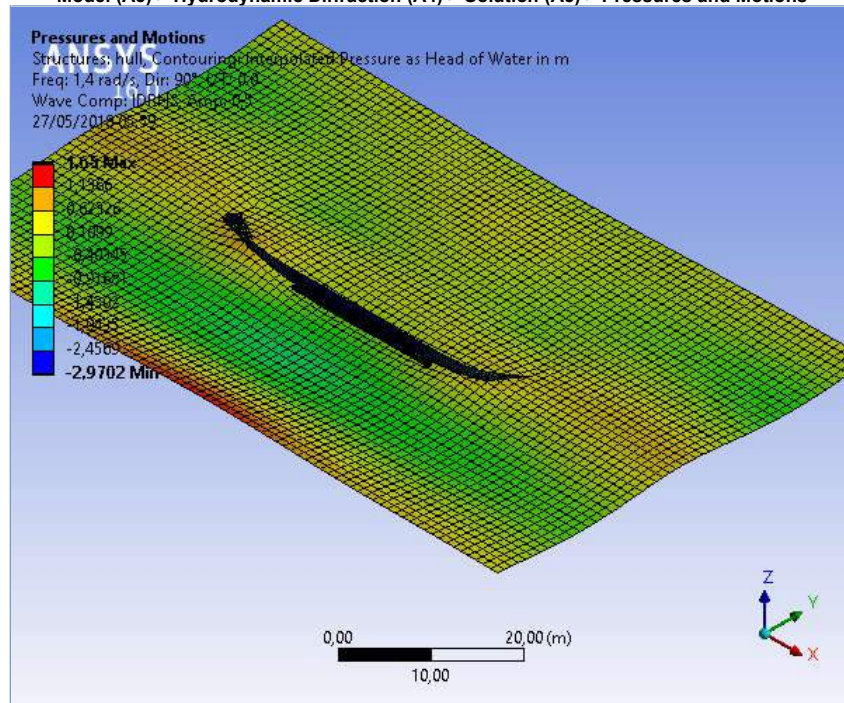


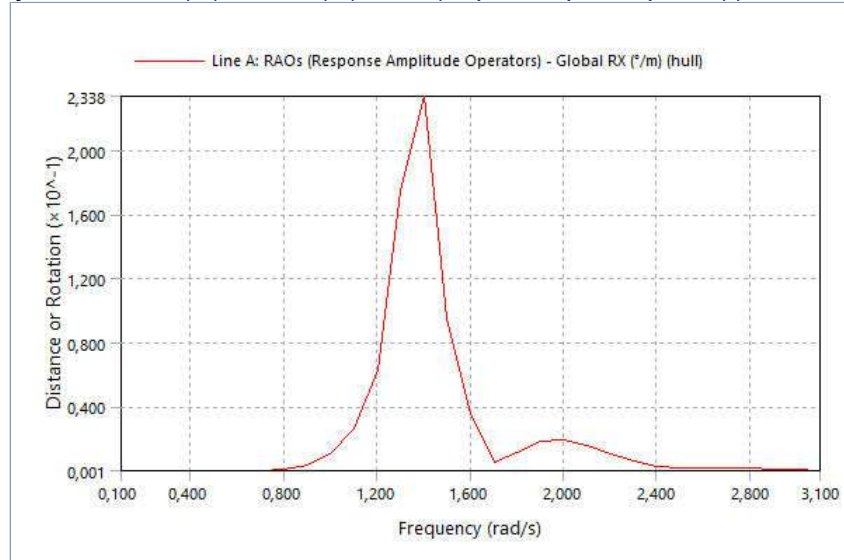
TABLE 19
 Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency

Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	0.0°
Position of Min in X	0,2
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	8,3e-5
Maximum Value	0,234
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 2

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 20**

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	1,52015142891069E-04
0,2 rad/s	8,29025531452964E-05
0,3 rad/s	9,30830639118945E-05
0,4 rad/s	1,94579933184364E-04
0,5 rad/s	3,42482955349542E-04
0,6 rad/s	4,20814055827627E-04
0,7 rad/s	1,78842806728856E-04
0,8 rad/s	9,33793143520778E-04
0,9 rad/s	3,99261701143437E-03
1 rad/s	1,09826557032696E-02
1,1 rad/s	2,64694376330324E-02
1,2 rad/s	6,35271492432522E-02
1,3 rad/s	0,173946348583419
1,4 rad/s	0,233758742032044
1,5 rad/s	9,57443311350892E-02
1,6 rad/s	3,57581947494522E-02
1,7 rad/s	5,09398126316396E-03
1,8 rad/s	1,13683796309701E-02
1,9 rad/s	1,83906578662296E-02
2 rad/s	1,89763265772383E-02
2,1 rad/s	1,55785542591016E-02
2,2 rad/s	1,03156500447155E-02
2,3 rad/s	6,6294948334741E-03
2,4 rad/s	2,33171544199094E-03
2,5 rad/s	1,57283729827847E-03
2,6 rad/s	1,78730884424326E-03
2,7 rad/s	2,04770167715757E-03
2,8 rad/s	1,9860707258321E-03
2,9 rad/s	1,06971647182626E-03
3 rad/s	5,66943324681163E-04
3,1 rad/s	1,39530409923948E-04

TABLE 21

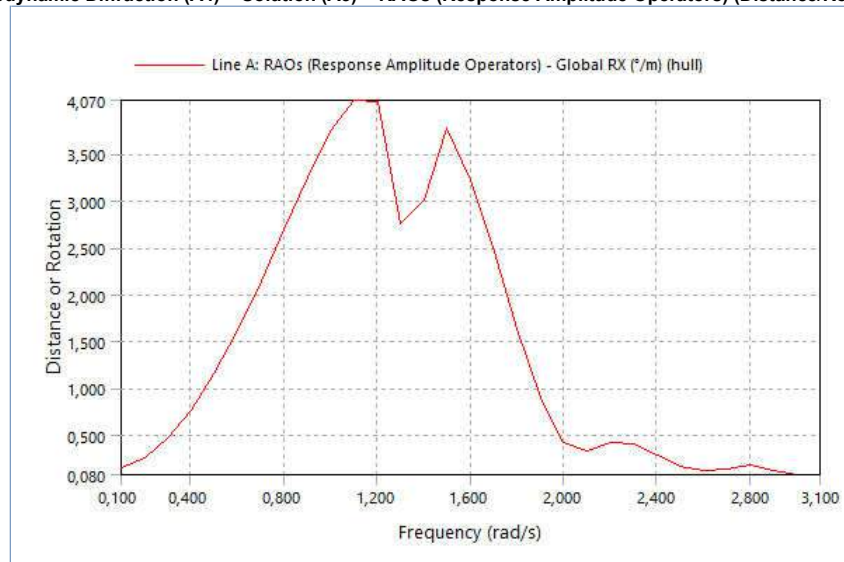
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axis Selection	Distance/Rotation vs Frequency

Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	45°
Position of Min in X	3
Position of Max in X	1,1
Minimum Value	0,08
Maximum Value	4,07
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 3

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 22**

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,16175240652211
0,2 rad/s	0,262140952797797
0,3 rad/s	0,474383905253213
0,4 rad/s	0,773227359803749
0,5 rad/s	1,15652178121241
0,6 rad/s	1,6170377877687
0,7 rad/s	2,13924235536126
0,8 rad/s	2,69641076803682
0,9 rad/s	3,24825526169777
1 rad/s	3,73679948312174
1,1 rad/s	4,07010076178731
1,2 rad/s	4,05236404117326
1,3 rad/s	2,76021839526308
1,4 rad/s	3,01272195114199
1,5 rad/s	3,77567734676427
1,6 rad/s	3,21883336807429
1,7 rad/s	2,4541962518123
1,8 rad/s	1,63061204169216
1,9 rad/s	0,90618424907404
2 rad/s	0,41817323597258
2,1 rad/s	0,337817501130408
2,2 rad/s	0,417465457619837
2,3 rad/s	0,402852508014433
2,4 rad/s	0,293144488781381
2,5 rad/s	0,172817286297104
2,6 rad/s	0,122319950195268
2,7 rad/s	0,146455050617529
2,8 rad/s	0,18848493984032
2,9 rad/s	0,128982879771894
3 rad/s	7,98464588621829E-02
3,1 rad/s	8,72256978579081E-02

TABLE 23

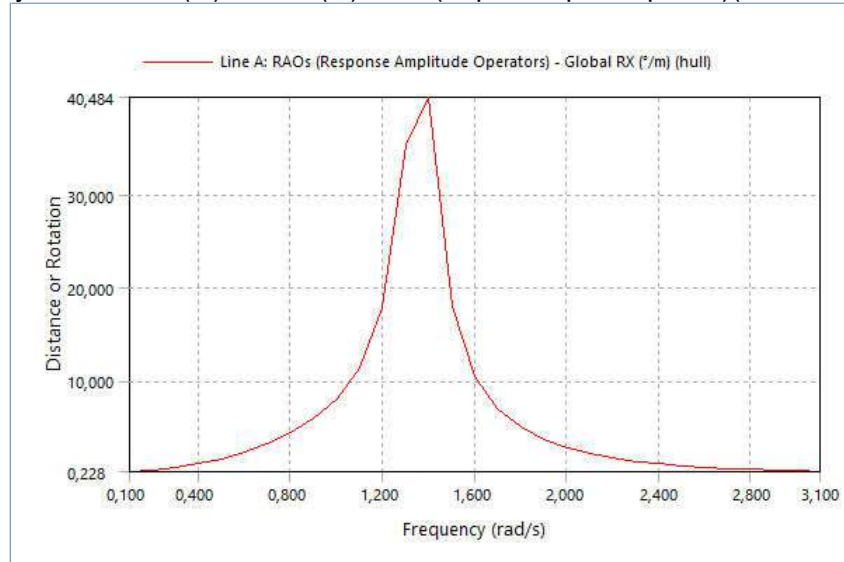
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line

Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	90°
Position of Min in X	0,1
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	0,228
Maximum Value	40,484
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 4

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 24**

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,228330902756426
0,2 rad/s	0,36924880439119
0,3 rad/s	0,668377019133178
0,4 rad/s	1,0952495415504
0,5 rad/s	1,6595532607528
0,6 rad/s	2,37812800813905
0,7 rad/s	3,28075308832528
0,8 rad/s	4,42350883670894
0,9 rad/s	5,91961054798145
1 rad/s	8,01781307138446
1,1 rad/s	11,3394962817544
1,2 rad/s	17,8227946579742
1,3 rad/s	35,4204867714724
1,4 rad/s	40,4840167768101
1,5 rad/s	18,0219732194556
1,6 rad/s	10,4329363722761
1,7 rad/s	6,9873232213976
1,8 rad/s	4,99273296015639
1,9 rad/s	3,67739519347602
2 rad/s	2,77893674212691
2,1 rad/s	2,151531359782
2,2 rad/s	1,68717230460051
2,3 rad/s	1,33228229207241
2,4 rad/s	1,06156176790343
2,5 rad/s	0,837229167173678
2,6 rad/s	0,73141587655184
2,7 rad/s	0,582976389176158
2,8 rad/s	0,505601231493903
2,9 rad/s	0,409966950447794
3 rad/s	0,316117429848322
3,1 rad/s	0,2619227335899

TABLE 25

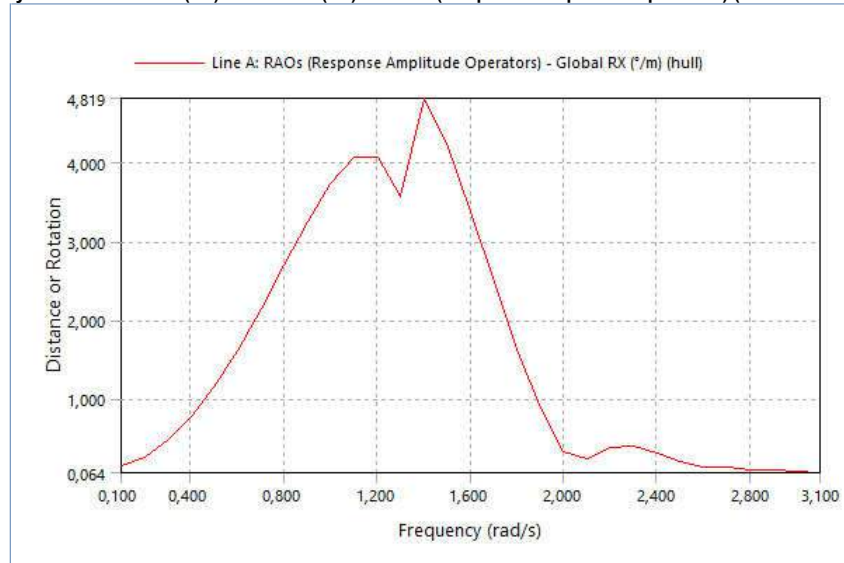
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	

Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	135°
Position of Min in X	3,1
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	0,064
Maximum Value	4,819
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 5

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 26**

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,161610333251288
0,2 rad/s	0,262028628202462
0,3 rad/s	0,474298901414558
0,4 rad/s	0,77322202371846
0,5 rad/s	1,15669851235718
0,6 rad/s	1,61764460738778
0,7 rad/s	2,14077445216946
0,8 rad/s	2,69954262321468
0,9 rad/s	3,25265539762714
1 rad/s	3,73850489598013
1,1 rad/s	4,06385583445181
1,2 rad/s	4,07813050293031
1,3 rad/s	3,58016979851842
1,4 rad/s	4,81905277550719
1,5 rad/s	4,25094624176268
1,6 rad/s	3,38235812864474
1,7 rad/s	2,48838903257103
1,8 rad/s	1,62519762267105
1,9 rad/s	0,877927596395139
2 rad/s	0,325459767931151
2,1 rad/s	0,237838125874687
2,2 rad/s	0,384432768483378
2,3 rad/s	0,407580733147801
2,4 rad/s	0,318094289365364
2,5 rad/s	0,202004205404876
2,6 rad/s	0,128340348402024
2,7 rad/s	0,130728860218692
2,8 rad/s	9,17894648426667E-02
2,9 rad/s	9,37393170980401E-02
3 rad/s	7,56008893133183E-02
3,1 rad/s	6,37870032566168E-02

TABLE 27

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved

Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	180°
Position of Min in X	0,2
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	8,3e-5
Maximum Value	0,222
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 6

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

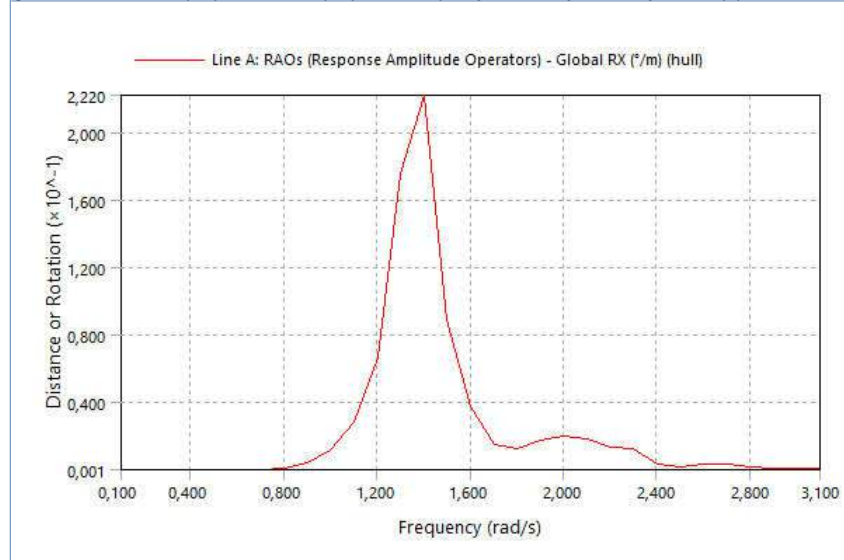


TABLE 28

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	1,55904218899592E-04
0,2 rad/s	8,28698670173905E-05
0,3 rad/s	9,34511899618358E-05
0,4 rad/s	1,94436499837116E-04
0,5 rad/s	3,39530390969866E-04
0,6 rad/s	4,08087805074436E-04
0,7 rad/s	1,58419708910498E-04
0,8 rad/s	1,03878729168989E-03
0,9 rad/s	4,31731529998445E-03
1 rad/s	1,18432653750345E-02
1,1 rad/s	2,84478412797556E-02
1,2 rad/s	6,69512551422905E-02
1,3 rad/s	0,175190683652191
1,4 rad/s	0,222038404220566
1,5 rad/s	8,88486281779399E-02
1,6 rad/s	0,03762874277227
1,7 rad/s	1,54346567141218E-02
1,8 rad/s	1,27665173530398E-02
1,9 rad/s	1,76354483853738E-02
2 rad/s	1,99205818871994E-02
2,1 rad/s	1,83657867062025E-02
2,2 rad/s	1,30426214136362E-02
2,3 rad/s	0,012212961036548
2,4 rad/s	3,26007484569304E-03
2,5 rad/s	1,96614274012657E-03
2,6 rad/s	3,70867974438619E-03
2,7 rad/s	3,02483331728345E-03
2,8 rad/s	1,57926332067601E-03
2,9 rad/s	8,85816108869563E-04
3 rad/s	1,25649998836571E-03
3,1 rad/s	5,11635425982422E-04

CFD&BILGE&KEEL&FIN

Wave Range	-180° to 180°
Interval	45°
Number of Intermediate Directions	7
Optional Wave Directions A	
Additional Range	None
Optional Wave Directions B	
Additional Range	None
Optional Wave Directions C	
Additional Range	None
Optional Wave Directions D	
Additional Range	None

TABLE 16
Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Wave Frequency

Object Name	<i>Wave Frequencies</i>
State	Fully Defined
Details of Wave Frequencies	
Intervals Based Upon	Frequency
Frequency/Period Definition	
Range	Manual Definition
Definition Type	Range
Lowest Frequency Definition	Program Controlled
Lowest Frequency	0,1 rad/s
Longest Period	62,83185 s
Highest Frequency Definition	Manual Definition
Highest Frequency	3,1 rad/s
Shortest Period	2,02683 s
Number of Intermediate Values	29
Interval Frequency	0,1 rad/s
Additional Frequencies A	
Additional Range	None
Additional Frequencies B	
Additional Range	None
Additional Frequencies C	
Additional Range	None
Additional Frequencies D	
Additional Range	None

Solution (D5)

TABLE 17
Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Hydrostatic Results

Object Name	<i>Hydrostatic</i>
State	Solved
Details of Hydrostatic	
Structure	hull
Graphical Representation	
Show Centre of Gravity	Yes
Show Centre of Buoyancy	Yes
Show Centre of Floatation	Yes
Results	
Actual Displaced Volume	826.47729 m³
Metacentric Height GMX	5.4204473 m
Out of Balance Force/Weight, Fz	4.9081e-3

Hydrostatic Results

Structure

hull

Hydrostatic Stiffness

Centre of Gravity (CoG) Position:	X:	-0.315 m	Y:	0. m	Z:	0. m
		Z		RX		RY
Heave (Z):		4841415. N/m		0.4397065 N/°		-1186.2268 N/°
Roll (RX):		25.193325 N.m/m		785937.38 N.m/°		-0.2577882 N.m/°
Pitch (RY):		-67965.789 N.m/m		-0.2577882 N.m/°		11619187 N.m/°

Hydrostatic Displacement Properties

Actual Volumetric Displacement:		826.47729 m³				
Equivalent Volumetric Displacement:		822.43903 m³				
Centre of Buoyancy (CoB) Position:	X:	1.1090143 m	Y:	2.8153e-5 m	Z:	-0.9501855 m
Out of Balance Forces/Weight:	FX:	2.2106e-9	FY:	-1.3538e-7	FZ:	4.9081e-3
Out of Balance Moments/Weight:	MX:	2.6612e-5 m	MY:	-1.4310019 m	MZ:	-1.6901e-7 m

Cut Water Plane Properties

Cut Water Plane Area:	481.64578 m²
-----------------------	--------------

Centre of Floatation: X: -0.3009616 m Y: 5.2037e-6 m
 Principal 2nd Moment of Area: X: 5265.1831 m⁴ Y: 67015.07 m⁴
 Angle Principal Axis makes with X(FRA): -1.3308e-6°

Small Angle Stability Parameters

CoG to CoB (BG): 0.9501855 m
 Metacentric Heights (GMX/GMY): 5.4204473 m 80.135002 m
 CoB to Metacentre (BMX/BMY): 6.3706326 m 81.08519 m
 Restoring Moments about Principal Axes (MX/MY): 785937.38 N.m/° 11619170 N.m/°

TABLE 18
 Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Pressures and Motions Results

Object Name	Pressures and Motions
State	Solved
Details of Pressures and Motions	
Structure Selection	hull
Result Selection	
Frequency	1,4 rad/s
Direction	90°
Incident Wave Amplitude	0,5 m
Result Type	Phase Angle
Wave Position (Phase)	0
Contour Selection	
Structure Contour Type	Interpolated Pressure
Above Water Body Display	Dimmed
Pressure Measurement	Head of Water
Wave Contour Type	Wave Height
Component Selection	
Include Incident Wave	Yes
Include Diffracted Wave	Yes
Include Radiation Wave	Yes
Include Hydrostatic Differential	Yes
Include Second Order Terms	Yes
Results	
Minimum Value	-3,08916847801013
Maximum Value	1,76165127589504

FIGURE 1
 Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Pressures and Motions

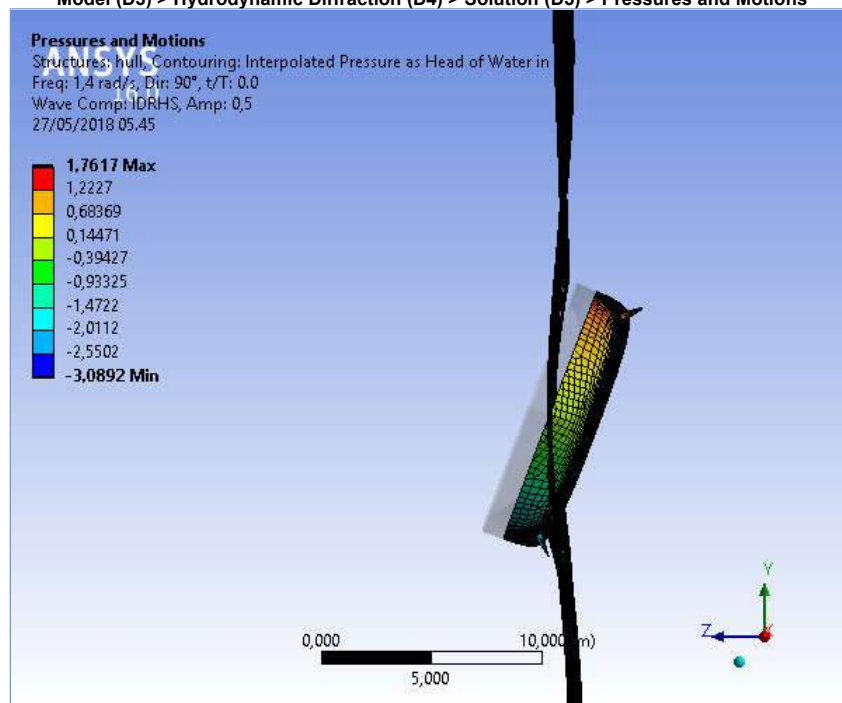


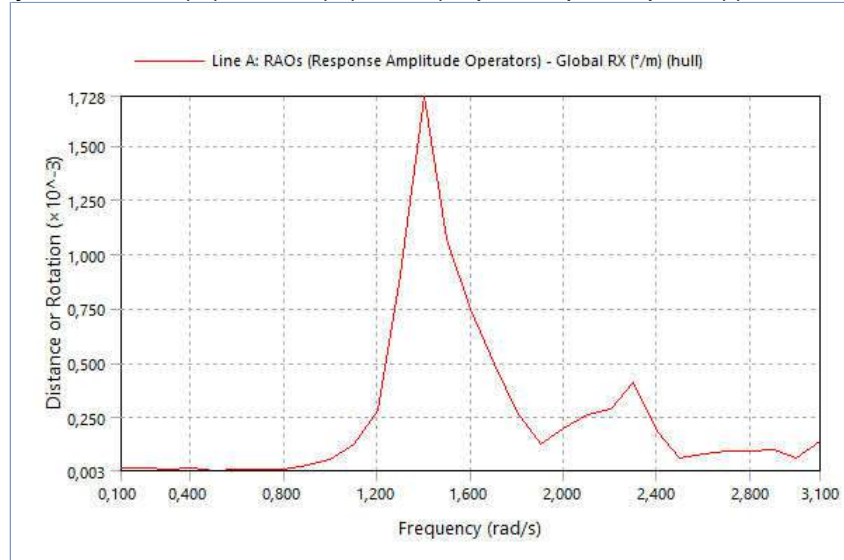
TABLE 19
 Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency

Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	0.0°
Position of Min in X	0,5
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	2,6e-6
Maximum Value	0,002
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 2

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 20**

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	1,53891849689083E-05
0,2 rad/s	1,60700194911322E-05
0,3 rad/s	1,01214682726021E-05
0,4 rad/s	1,53949008073375E-05
0,5 rad/s	2,64049385032952E-06
0,6 rad/s	5,89471608132522E-06
0,7 rad/s	1,17971493587518E-05
0,8 rad/s	1,20469412687697E-05
0,9 rad/s	2,88447913616545E-05
1 rad/s	5,32183249583391E-05
1,1 rad/s	1,23069694149078E-04
1,2 rad/s	2,83612021185563E-04
1,3 rad/s	9,06518139603264E-04
1,4 rad/s	1,72761649687214E-03
1,5 rad/s	1,06797838795193E-03
1,6 rad/s	7,46655433898225E-04
1,7 rad/s	4,96421121242785E-04
1,8 rad/s	2,7523173571622E-04
1,9 rad/s	1,25603670256237E-04
2 rad/s	1,94233869293693E-04
2,1 rad/s	2,60667662150774E-04
2,2 rad/s	2,85852291133439E-04
2,3 rad/s	4,11904356701113E-04
2,4 rad/s	1,806112969095E-04
2,5 rad/s	5,90366511388803E-05
2,6 rad/s	8,1662499555426E-05
2,7 rad/s	9,12205213197655E-05
2,8 rad/s	9,62435284797681E-05
2,9 rad/s	9,99364290968712E-05
3 rad/s	6,2012665112112E-05
3,1 rad/s	1,39937403675208E-04

TABLE 21

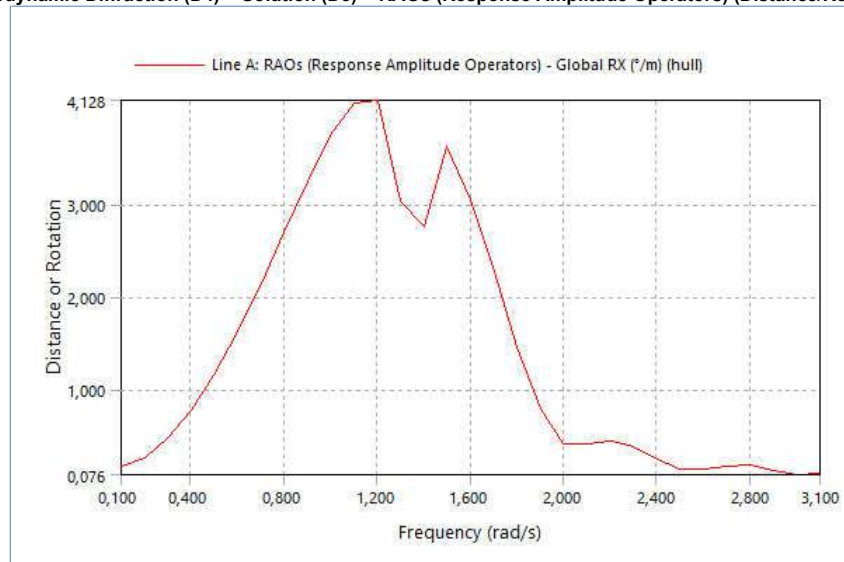
Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axis Selection	Distance/Rotation vs Frequency

Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	45°
Position of Min in X	3
Position of Max in X	1,2
Minimum Value	0,076
Maximum Value	4,128
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 3

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 22**

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,1632774330173
0,2 rad/s	0,263492263036402
0,3 rad/s	0,475837775051073
0,4 rad/s	0,774757749064655
0,5 rad/s	1,15803669582598
0,6 rad/s	1,61842346239657
0,7 rad/s	2,14043422337143
0,8 rad/s	2,69779686955151
0,9 rad/s	3,25151817113033
1 rad/s	3,74659013241013
1,1 rad/s	4,0977600397181
1,2 rad/s	4,12800838623115
1,3 rad/s	3,03748224065693
1,4 rad/s	2,76022351790496
1,5 rad/s	3,63428432009537
1,6 rad/s	3,055329951845
1,7 rad/s	2,27155870095345
1,8 rad/s	1,45629696961527
1,9 rad/s	0,782406813883129
2 rad/s	0,410765255487466
2,1 rad/s	0,407281992412892
2,2 rad/s	0,446285387461853
2,3 rad/s	0,380246769656659
2,4 rad/s	0,25022283298508
2,5 rad/s	0,140503768055479
2,6 rad/s	0,136486296142403
2,7 rad/s	0,167742362362292
2,8 rad/s	0,189684545174156
2,9 rad/s	0,124688758517006
3 rad/s	7,64334186700128E-02
3,1 rad/s	9,90895630234484E-02

TABLE 23

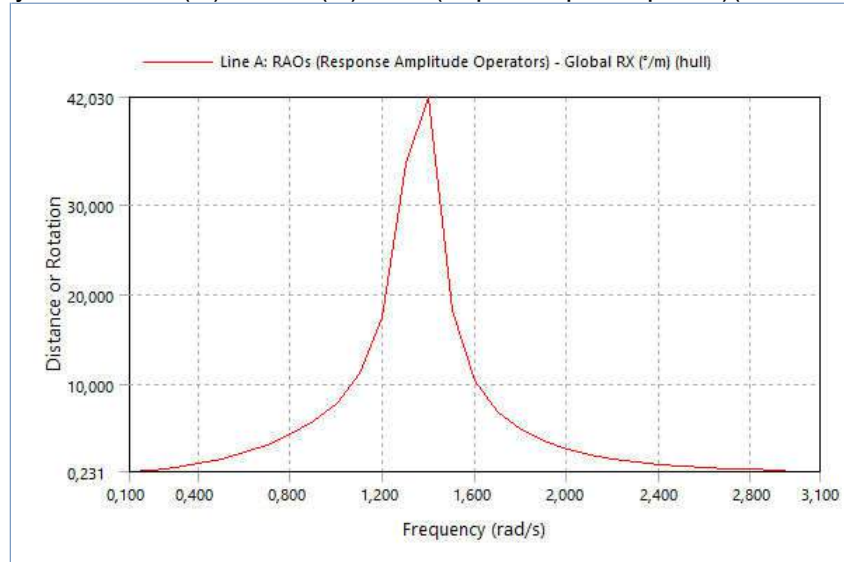
Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line

Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	90°
Position of Min in X	0,1
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	0,231
Maximum Value	42,03
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 4

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 24**

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,230581983696474
0,2 rad/s	0,371215151820213
0,3 rad/s	0,670412148701577
0,4 rad/s	1,09723798037252
0,5 rad/s	1,6611887708939
0,6 rad/s	2,37870153058592
0,7 rad/s	3,27882057167698
0,8 rad/s	4,41610064278041
0,9 rad/s	5,90037844282599
1 rad/s	7,97231632754936
1,1 rad/s	11,2302217927707
1,2 rad/s	17,5272318820203
1,3 rad/s	34,6018988447301
1,4 rad/s	42,0299822841182
1,5 rad/s	18,2710514354657
1,6 rad/s	10,4350648299762
1,7 rad/s	6,9356519865528
1,8 rad/s	4,92864017253228
1,9 rad/s	3,61801993213428
2 rad/s	2,72810604743685
2,1 rad/s	2,10585105461295
2,2 rad/s	1,64592030989116
2,3 rad/s	1,29923933097177
2,4 rad/s	1,03439725180064
2,5 rad/s	0,816998680460629
2,6 rad/s	0,706029770954195
2,7 rad/s	0,563131274542686
2,8 rad/s	0,483390416808374
2,9 rad/s	0,372854930829545
3 rad/s	0,307947002816679
3,1 rad/s	0,248916425904183

TABLE 25

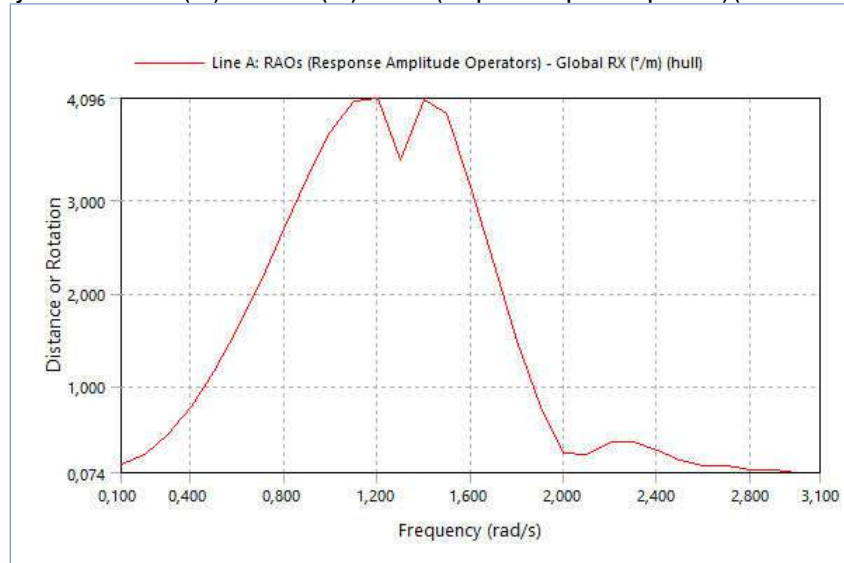
Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	

Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	135°
Position of Min in X	3,1
Position of Max in X	1,2
Minimum Value	0,074
Maximum Value	4,096
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 5

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

**TABLE 26**

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	0,163274524850818
0,2 rad/s	0,263488847941817
0,3 rad/s	0,475835053647576
0,4 rad/s	0,774761110798387
0,5 rad/s	1,15806711151212
0,6 rad/s	1,61857778198313
0,7 rad/s	2,14097146043833
0,8 rad/s	2,69885362788216
0,9 rad/s	3,2516063232593
1 rad/s	3,73922206584298
1,1 rad/s	4,07131226659134
1,2 rad/s	4,09564609616998
1,3 rad/s	3,42921066503009
1,4 rad/s	4,08706012149645
1,5 rad/s	3,92310826065947
1,6 rad/s	3,15360676904796
1,7 rad/s	2,30719756082552
1,8 rad/s	1,48345348159012
1,9 rad/s	0,776241927826958
2 rad/s	0,278051024695695
2,1 rad/s	0,273554252261741
2,2 rad/s	0,406380674246715
2,3 rad/s	0,406763645087911
2,4 rad/s	0,31455915954178
2,5 rad/s	0,204184970081027
2,6 rad/s	0,141396735248179
2,7 rad/s	0,144119326024583
2,8 rad/s	0,100688527650426
2,9 rad/s	9,83890617570188E-02
3 rad/s	7,82459534405785E-02
3,1 rad/s	7,35543738729334E-02

TABLE 27

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved

Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	hull
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	180°
Position of Min in X	0,5
Position of Max in X	1,4
Minimum Value	1,7e-6
Maximum Value	0,001
Line B	
Structure	Undefined...

FIGURE 6

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

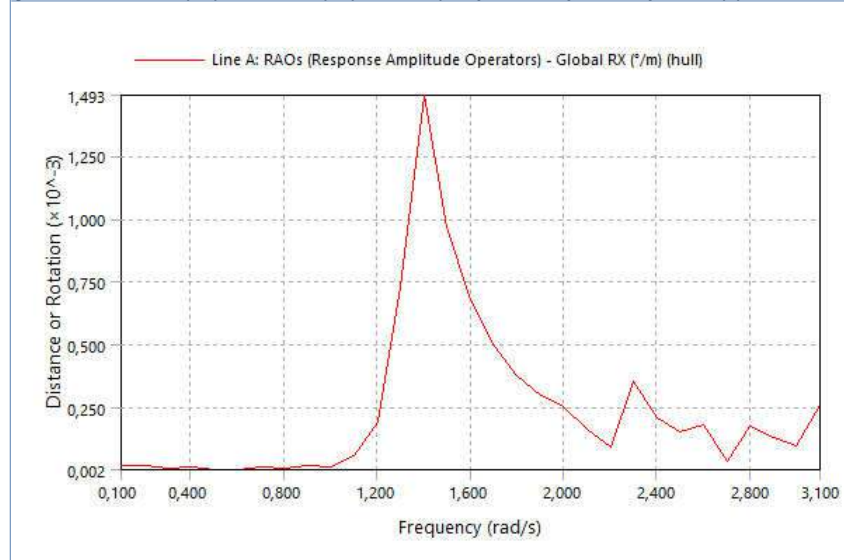


TABLE 28

Model (D3) > Hydrodynamic Diffraction (D4) > Solution (D5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

	Line A (°/m)
0,1 rad/s	1,84732054902351E-05
0,2 rad/s	1,61421921290752E-05
0,3 rad/s	8,89424437876131E-06
0,4 rad/s	1,45515687439941E-05
0,5 rad/s	1,65087499874475E-06
0,6 rad/s	3,20873327638604E-06
0,7 rad/s	1,13269459253082E-05
0,8 rad/s	4,99131479004581E-06
0,9 rad/s	1,81900288498365E-05
1 rad/s	1,50619002944095E-05
1,1 rad/s	5,52932361889931E-05
1,2 rad/s	1,94059039546185E-04
1,3 rad/s	7,28613733498291E-04
1,4 rad/s	1,49250472288022E-03
1,5 rad/s	9,69160758504917E-04
1,6 rad/s	6,80009396164363E-04
1,7 rad/s	4,90904213532296E-04
1,8 rad/s	3,73855958126606E-04
1,9 rad/s	2,99497713843797E-04
2 rad/s	2,5073780148418E-04
2,1 rad/s	1,62098272706652E-04
2,2 rad/s	9,02311243436753E-05
2,3 rad/s	3,52669276404321E-04
2,4 rad/s	2,05936714646362E-04
2,5 rad/s	1,54155752066335E-04
2,6 rad/s	1,80569739018699E-04
2,7 rad/s	3,25478990657302E-05
2,8 rad/s	1,76799526394398E-04
2,9 rad/s	1,28049345616107E-04
3 rad/s	9,46710378185926E-05
3,1 rad/s	2,5735032631579E-04

LAMPIRAN B
DATA GELOMBANG DAN PERHITUNG SPEKTUM
GELOMBANG

Gelombang Selat Bali

Data gelombang diambil dari BMKG

Data gelombang diambil 10 tahun dari lokasi tinjauan

Persamaan yang digunakan untuk membuat spektrum adalah persamaan pada ABS

Persamaan tersebut pernah digunakan dalam tugas akhir sebelumnya

Data gelombang diolah menjadi wave scatter diagram seperti pada tabel di bawah

Wave scatter diagram terdiri dari sea-state yang dinotasikan dalam h_s dan T_p

Sehingga analisis tersebut dapat dikatakan menggunakan short-term analisis

h_s : significant wave height (m)

T_z : periode zero up crossing (s)

f_p : frekuensi puncak gelombang (Hz)

Tabel Jumlah Kejadian Sea State

h_s (m)	T_z (s)		
	5	6	7
1	5887	58061	14947
1.5	0	3856	8493
2	0	2	460
2.5	0	1	18

Tabel Probabilitas Kejadian Sea State (%)

h_s (m)	T_z (s)		
	5	6	7
1	6.418%	63.299%	16.295%
1.5	0.000%	4.204%	9.259%
2	0.000%	0.002%	0.501%
2.5	0.000%	0.001%	0.020%

Tabel Konversi Periode Menjadi Frekuensi

T_p	f_p
5	0.2
6	0.166666667
7	0.142857143

Spektrum gelombang yang digunakan yaitu menggunakan 2 parameter, h_s dan T_p
Sehingga rumus gabungan Jonswap yang digunakan yaitu:

$$S(\omega) = (h_s^2/4\pi) * (2\pi/T_p) * \omega^{-5} * \exp [(-1/\pi) * (2\pi/T_p)^4 * \omega^{-4}]$$

dimana,

h_s : significant wave height (m)

T_p : periode puncak gelombang (s)

ω : frekuensi gelombang (rad/s)

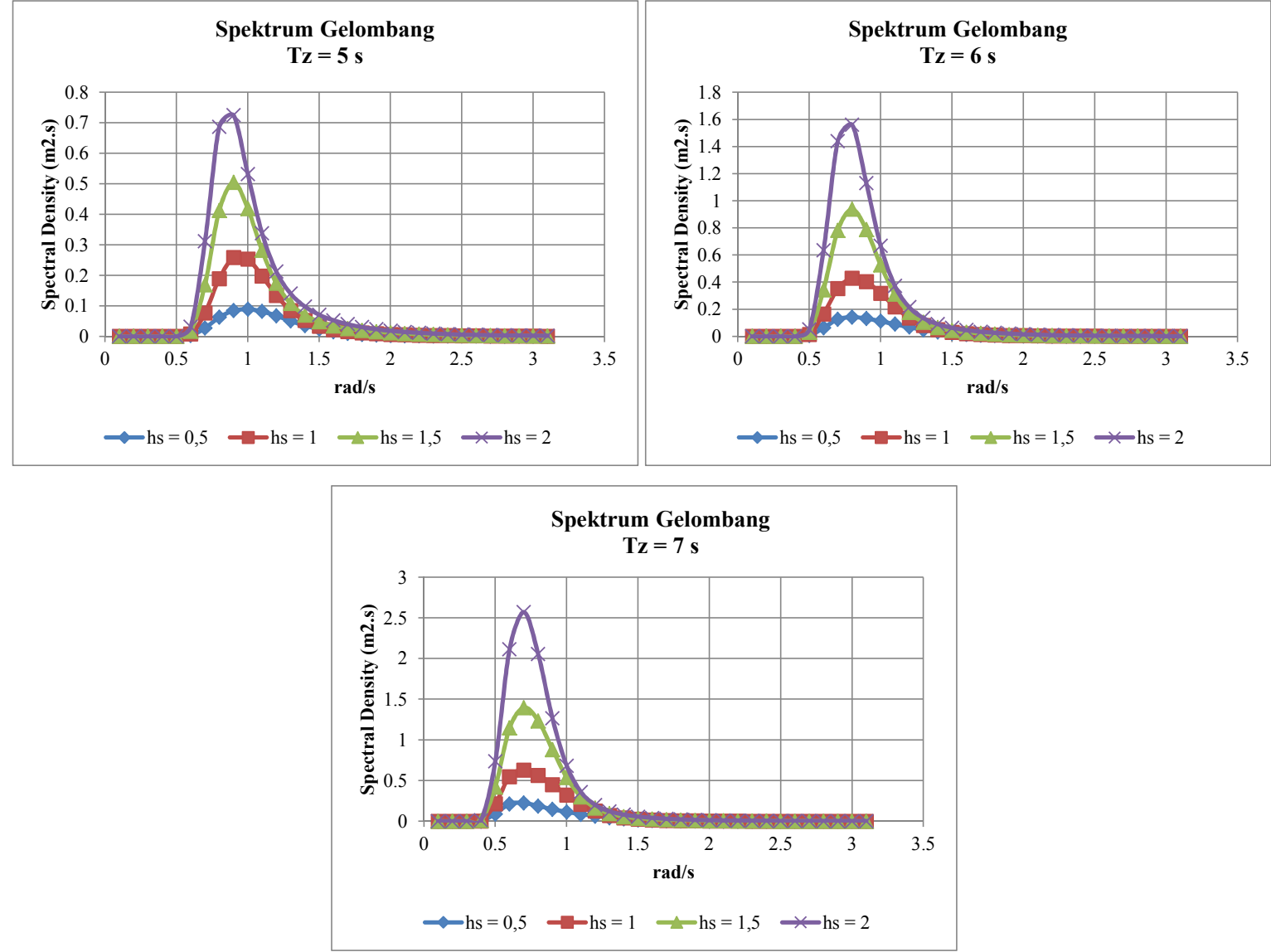
Spektrum Gelombang Data BMKG

Dengan rumus sebelumnya, maka spektrum gelombang dapat dibuat seperti pada tabel

hs	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
$\omega(o)$	1.256746	1.026129	0.888653	0.794836	1.256746	1.026129	0.888653	0.794836	1.256746	1.026129	0.888653	0.794836

rad/s	Tz = 5				Tz = 6				Tz = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	1.1E-213	2.5E-213	4.5E-213	7E-213	3.3E-102	7.4E-102	1.3E-101	2.1E-101	1.85E-54	4.17E-54	7.45E-54	1.17E-53
0.3	1.15E-41	2.62E-41	4.73E-41	7.52E-41	1.04E-19	2.37E-19	4.27E-19	6.79E-19	2.49E-10	5.66E-10	1.02E-09	1.62E-09
0.4	3.45E-13	8.01E-13	1.49E-12	2.44E-12	2.7E-06	6.26E-06	1.16E-05	1.91E-05	0.002253	0.005228	0.009689	0.015939
0.5	1.05E-05	2.53E-05	4.93E-05	8.6E-05	0.00625	0.015104	0.029485	0.051387	0.089768	0.21692	0.423468	0.738026
0.6	0.003206	0.008272	0.017325	0.031936	0.063663	0.164283	0.344079	0.634248	0.21247	0.548279	1.148333	2.116744
0.7	0.027334	0.076619	0.16952	0.311957	0.126148	0.353603	0.78235	1.439705	0.225214	0.63129	1.396734	2.570314
0.8	0.062783	0.18898	0.412693	0.686532	0.142694	0.429516	0.937973	1.560356	0.18804	0.566011	1.236049	2.056218
0.9	0.08456	0.258693	0.504674	0.724956	0.131831	0.403307	0.786796	1.130221	0.147804	0.452171	0.882122	1.267156
1	0.089255	0.253255	0.418829	0.532089	0.112184	0.318315	0.526424	0.668781	0.114682	0.325402	0.538145	0.683671
1.1	0.081974	0.197885	0.282019	0.338002	0.090448	0.218341	0.311173	0.372944	0.08744	0.21108	0.300824	0.36054
1.2	0.067614	0.134679	0.174229	0.212656	0.068695	0.136833	0.177016	0.216057	0.064103	0.127686	0.165182	0.201613
1.3	0.050689	0.085046	0.107811	0.140494	0.048778	0.081839	0.103746	0.135197	0.04447	0.074611	0.094583	0.123256
1.4	0.035469	0.05274	0.069971	0.098039	0.032895	0.048913	0.064893	0.090923	0.029519	0.043893	0.058233	0.081592
1.5	0.023693	0.033522	0.048108	0.071179	0.021414	0.030297	0.04348	0.064332	0.019004	0.026888	0.038588	0.057094
1.6	0.015478	0.022335	0.034688	0.052967	0.013733	0.019817	0.030777	0.046996	0.012092	0.017449	0.027099	0.04138
1.7	0.010136	0.015664	0.025848	0.040055	0.008873	0.013712	0.022626	0.035063	0.007767	0.012004	0.019807	0.030694
1.8	0.006788	0.011478	0.019679	0.030671	0.005882	0.009947	0.017054	0.02658	0.005127	0.00867	0.014865	0.023168
1.9	0.004706	0.00869	0.01521	0.02375	0.004047	0.007474	0.013081	0.020426	0.003516	0.006494	0.011365	0.017746
2	0.003391	0.006732	0.011897	0.018586	0.002899	0.005756	0.010172	0.015891	0.002513	0.004988	0.008815	0.013772
2.1	0.002534	0.0053	0.009403	0.014691	0.002157	0.004511	0.008003	0.012504	0.001865	0.003902	0.006922	0.010815
2.2	0.001952	0.004223	0.007503	0.011723	0.001656	0.003582	0.006363	0.009942	0.00143	0.003093	0.005495	0.008586
2.3	0.001541	0.003399	0.006041	0.009439	0.001303	0.002874	0.005109	0.007982	0.001124	0.002479	0.004406	0.006885
2.4	0.001238	0.002759	0.004905	0.007664	0.001044	0.002328	0.004138	0.006466	0.0009	0.002006	0.003566	0.005572
2.5	0.001007	0.002258	0.004014	0.006271	0.000848	0.001901	0.00338	0.005281	0.00073	0.001637	0.00291	0.004547
2.6	0.000828	0.001861	0.003309	0.00517	0.000697	0.001565	0.002782	0.004347	0.000599	0.001347	0.002394	0.00374
2.7	0.000687	0.001545	0.002746	0.004291	0.000577	0.001297	0.002306	0.003604	0.000496	0.001116	0.001983	0.003099
2.8	0.000574	0.001291	0.002294	0.003585	0.000481	0.001083	0.001925	0.003007	0.000414	0.000931	0.001655	0.002585
2.9	0.000482	0.001085	0.001928	0.003013	0.000404	0.000909	0.001616	0.002526	0.000347	0.000781	0.001389	0.00217
3	0.000408	0.000917	0.00163	0.002547	0.000341	0.000768	0.001365	0.002133	0.000293	0.00066	0.001173	0.001832
3.1	0.000346	0.000779	0.001385	0.002164	0.00029	0.000652	0.001159	0.001812	0.000249	0.00056	0.000996	0.001556

Grafik Spektrum Gelombang



LAMPIRAN C
PERHITUNGAN RESPON SPEKTRUM

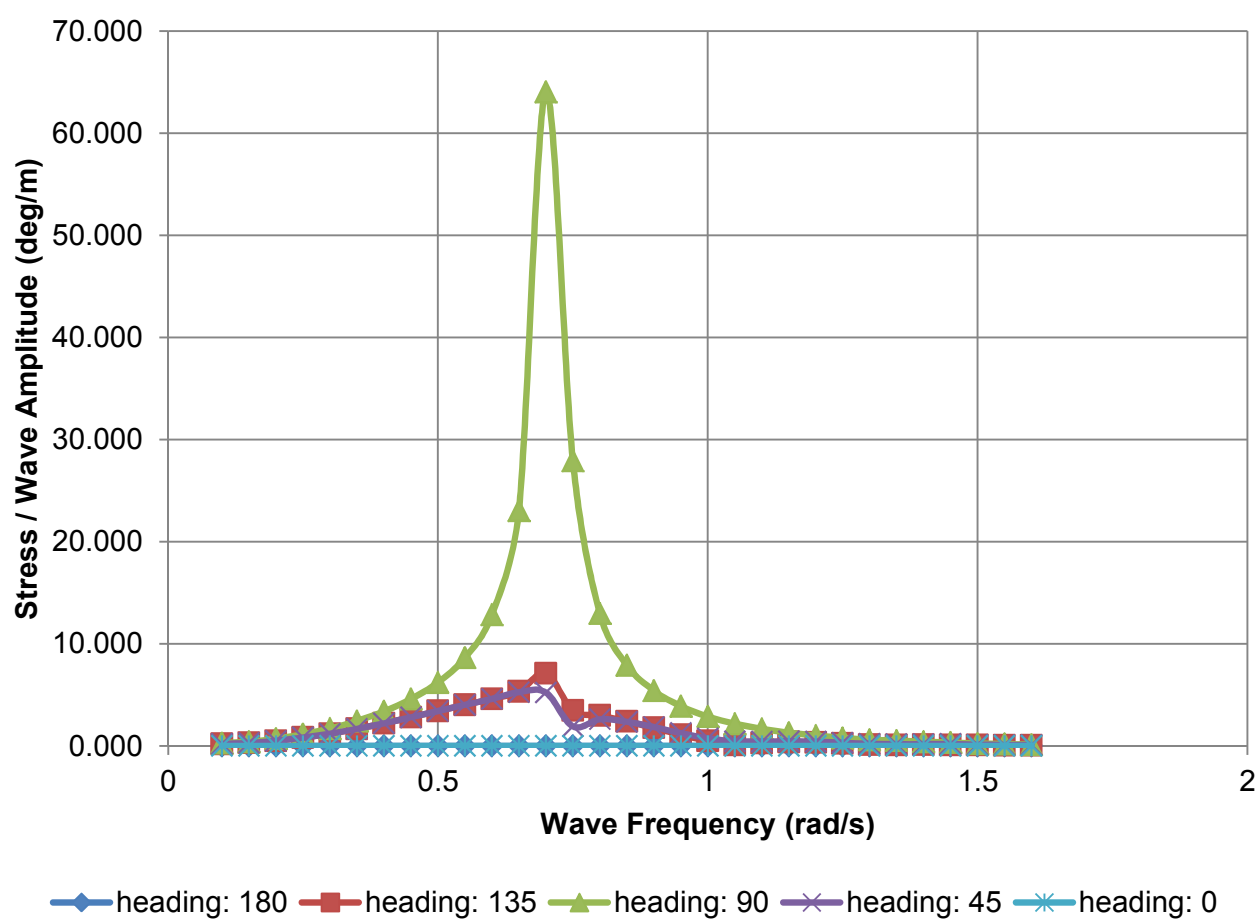
RESPONSE TANPA STABILIZER

e

RAO no Stabilizer

rad/s	stress/wave amplitude (deg/m)				
	heading				
	180	135	90	45	0
0.100	0.000	0.189	0.267	0.189	0.000
0.200	0.000	0.286	0.402	0.286	0.000
0.300	0.000	0.500	0.703	0.500	0.000
0.400	0.000	0.803	1.134	0.803	0.000
0.500	0.000	1.193	1.707	1.193	0.000
0.600	0.000	1.666	2.443	1.665	0.000
0.700	0.000	2.208	3.378	2.207	0.000
0.800	0.000	2.799	4.584	2.796	0.000
0.900	0.000	3.412	6.212	3.407	0.000
1.000	0.000	4.016	8.624	4.013	0.000
1.100	0.000	4.601	12.846	4.605	0.000
1.200	0.000	5.320	23.025	5.257	0.000
1.300	0.001	7.106	64.065	5.216	0.002
1.400	0.000	3.467	27.898	1.904	0.001
1.500	0.000	2.963	12.952	2.602	0.001
1.600	0.000	2.411	7.908	2.358	0.000
1.700	0.000	1.752	5.409	1.842	0.000
1.800	0.000	1.083	3.890	1.250	0.000
1.900	0.000	0.497	2.869	0.747	0.000
2.000	0.000	0.092	2.164	0.457	0.000
2.100	0.000	0.272	1.665	0.427	0.000
2.200	0.000	0.383	1.291	0.447	0.000
2.300	0.000	0.353	1.005	0.399	0.000
2.400	0.000	0.239	0.783	0.300	0.000
2.500	0.000	0.113	0.595	0.207	0.000
2.600	0.000	0.067	0.522	0.166	0.000
2.700	0.000	0.104	0.396	0.166	0.000
2.800	0.000	0.079	0.325	0.178	0.000
2.900	0.000	0.073	0.234	0.127	0.000
3.000	0.000	0.049	0.180	0.088	0.000
3.100	0.000	0.040	0.134	0.089	0.000

RAO No Stabilizer



Spektrum Response

Response didapatkan dengan mengalikan kuadrat transfer function & spektrum gelombang

head:180

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	4.2E-223	9.5E-223	1.7E-222	2.7E-222	1.2E-111	2.8E-111	5E-111	7.8E-111	7.02E-64	1.58E-63	2.82E-63	4.43E-63
0.3	1.67E-51	3.8E-51	6.86E-51	1.09E-50	1.51E-29	3.43E-29	6.19E-29	9.84E-29	3.61E-20	8.21E-20	1.48E-19	2.35E-19
0.4	2.37E-22	5.51E-22	1.02E-21	1.68E-21	1.85E-15	4.3E-15	7.97E-15	1.31E-14	1.55E-12	3.59E-12	6.66E-12	1.1E-11
0.5	8.08E-15	1.95E-14	3.81E-14	6.65E-14	4.83E-12	1.17E-11	2.28E-11	3.97E-11	6.94E-11	1.68E-10	3.27E-10	5.71E-10
0.6	1.33E-12	3.43E-12	7.19E-12	1.32E-11	2.64E-11	6.81E-11	1.43E-10	2.63E-10	8.81E-11	2.27E-10	4.76E-10	8.78E-10
0.7	2.59E-11	7.26E-11	1.61E-10	2.95E-10	1.19E-10	3.35E-10	7.41E-10	1.36E-09	2.13E-10	5.98E-10	1.32E-09	2.43E-09
0.8	4.29E-11	1.29E-10	2.82E-10	4.69E-10	9.75E-11	2.94E-10	6.41E-10	1.07E-09	1.29E-10	3.87E-10	8.45E-10	1.41E-09
0.9	4.74E-11	1.45E-10	2.83E-10	4.06E-10	7.38E-11	2.26E-10	4.41E-10	6.33E-10	8.28E-11	2.53E-10	4.94E-10	7.1E-10
1	1.12E-10	3.19E-10	5.28E-10	6.7E-10	1.41E-10	4.01E-10	6.63E-10	8.43E-10	1.44E-10	4.1E-10	6.78E-10	8.61E-10
1.1	2.95E-10	7.12E-10	1.01E-09	1.22E-09	3.26E-10	7.86E-10	1.12E-09	1.34E-09	3.15E-10	7.6E-10	1.08E-09	1.3E-09
1.2	1.87E-09	3.73E-09	4.82E-09	5.89E-09	1.9E-09	3.79E-09	4.9E-09	5.98E-09	1.77E-09	3.53E-09	4.57E-09	5.58E-09
1.3	2.31E-08	3.87E-08	4.9E-08	6.39E-08	2.22E-08	3.72E-08	4.72E-08	6.15E-08	2.02E-08	3.39E-08	4.3E-08	5.61E-08
1.4	5.37E-09	7.98E-09	1.06E-08	1.48E-08	4.98E-09	7.4E-09	9.82E-09	1.38E-08	4.47E-09	6.64E-09	8.81E-09	1.23E-08
1.5	2.35E-09	3.32E-09	4.76E-09	7.05E-09	2.12E-09	3E-09	4.3E-09	6.37E-09	1.88E-09	2.66E-09	3.82E-09	5.65E-09
1.6	1.56E-09	2.25E-09	3.5E-09	5.34E-09	1.38E-09	2E-09	3.1E-09	4.74E-09	1.22E-09	1.76E-09	2.73E-09	4.17E-09
1.7	1.01E-09	1.56E-09	2.58E-09	3.99E-09	8.84E-10	1.37E-09	2.26E-09	3.49E-09	7.74E-10	1.2E-09	1.97E-09	3.06E-09
1.8	4.19E-10	7.09E-10	1.22E-09	1.9E-09	3.63E-10	6.15E-10	1.05E-09	1.64E-09	3.17E-10	5.36E-10	9.19E-10	1.43E-09
1.9	1.24E-10	2.28E-10	3.99E-10	6.23E-10	1.06E-10	1.96E-10	3.43E-10	5.36E-10	9.23E-11	1.7E-10	2.98E-10	4.66E-10
2	5.11E-11	1.02E-10	1.79E-10	2.8E-10	4.37E-11	8.68E-11	1.53E-10	2.4E-10	3.79E-11	7.52E-11	1.33E-10	2.08E-10
2.1	3.63E-11	7.6E-11	1.35E-10	2.11E-10	3.09E-11	6.46E-11	1.15E-10	1.79E-10	2.67E-11	5.59E-11	9.92E-11	1.55E-10
2.2	1.3E-11	2.81E-11	5E-11	7.81E-11	1.1E-11	2.39E-11	4.24E-11	6.63E-11	9.53E-12	2.06E-11	3.66E-11	5.72E-11
2.3	8.04E-11	1.77E-10	3.15E-10	4.93E-10	6.8E-11	1.5E-10	2.67E-10	4.17E-10	5.87E-11	1.29E-10	2.3E-10	3.59E-10
2.4	1.72E-11	3.82E-11	6.8E-11	1.06E-10	1.45E-11	3.23E-11	5.74E-11	8.96E-11	1.25E-11	2.78E-11	4.94E-11	7.72E-11
2.5	7.02E-11	1.57E-10	2.8E-10	4.37E-10	5.91E-11	1.32E-10	2.35E-10	3.68E-10	5.09E-11	1.14E-10	2.03E-10	3.17E-10
2.6	1.2E-11	2.69E-11	4.79E-11	7.48E-11	1.01E-11	2.26E-11	4.02E-11	6.29E-11	8.67E-12	1.95E-11	3.46E-11	5.41E-11
2.7	1.86E-11	4.19E-11	7.45E-11	1.16E-10	1.56E-11	3.52E-11	6.25E-11	9.77E-11	1.35E-11	3.03E-11	5.38E-11	8.4E-11
2.8	5.53E-12	1.24E-11	2.21E-11	3.46E-11	4.64E-12	1.04E-11	1.86E-11	2.9E-11	3.99E-12	8.97E-12	1.6E-11	2.49E-11
2.9	4.75E-12	1.07E-11	1.9E-11	2.97E-11	3.98E-12	8.96E-12	1.59E-11	2.49E-11	3.42E-12	7.7E-12	1.37E-11	2.14E-11
3	1.66E-12	3.73E-12	6.64E-12	1.04E-11	1.39E-12	3.13E-12	5.56E-12	8.69E-12	1.19E-12	2.69E-12	4.78E-12	7.46E-12
3.1	1.74E-11	3.92E-11	6.97E-11	1.09E-10	1.46E-11	3.28E-11	5.83E-11	9.12E-11	1.25E-11	2.82E-11	5.01E-11	7.83E-11

head:135

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	9E-215	2E-214	3.6E-214	5.7E-214	2.7E-103	6E-103	1.1E-102	1.7E-102	1.51E-55	3.41E-55	6.08E-55	9.54E-55
0.3	2.88E-42	6.56E-42	1.18E-41	1.88E-41	2.6E-20	5.92E-20	1.07E-19	1.7E-19	6.23E-11	1.42E-10	2.55E-10	4.06E-10
0.4	2.23E-13	5.17E-13	9.58E-13	1.58E-12	1.74E-06	4.04E-06	7.48E-06	1.23E-05	0.001452	0.003371	0.006246	0.010276
0.5	1.49E-05	3.6E-05	7.02E-05	0.000122	0.0089	0.021506	0.041983	0.073169	0.127818	0.308866	0.602964	1.050854
0.6	0.008894	0.02295	0.048068	0.088604	0.176631	0.455797	0.954636	1.759699	0.589491	1.52118	3.186011	5.872833
0.7	0.133251	0.373513	0.8264	1.520768	0.614965	1.723791	3.813899	7.018459	1.0979	3.077494	6.808978	12.5301
0.8	0.492026	1.481023	3.234244	5.380298	1.118281	3.366082	7.350817	12.22839	1.473658	4.435783	9.686818	16.11442
0.9	0.984541	3.011975	5.875942	8.440707	1.534919	4.695728	9.160709	13.15923	1.720887	5.264652	10.2706	14.75357
1	1.439496	4.08448	6.754842	8.581497	1.809297	5.133769	8.490138	10.78605	1.849581	5.24807	8.679168	11.0262
1.1	1.735465	4.189409	5.970618	7.155827	1.91487	4.622493	6.587836	7.895567	1.851186	4.468759	6.368739	7.632978
1.2	1.913724	3.811924	4.931322	6.018946	1.944334	3.872896	5.0102	6.11522	1.814351	3.613985	4.675257	5.706404
1.3	2.559437	4.294191	5.443684	7.093922	2.462942	4.132294	5.238449	6.826471	2.245411	3.767322	4.775779	6.223544
1.4	0.426273	0.633839	0.840918	1.178237	0.395336	0.587838	0.779888	1.092726	0.354761	0.527506	0.699845	0.980575
1.5	0.208046	0.294354	0.422434	0.625023	0.188033	0.266039	0.381797	0.564898	0.166878	0.236108	0.338843	0.501344
1.6	0.089988	0.129854	0.201669	0.307943	0.079843	0.115215	0.178934	0.273227	0.070301	0.101446	0.157551	0.240575
1.7	0.031095	0.048056	0.079296	0.122882	0.02722	0.042066	0.069413	0.107567	0.023828	0.036825	0.060765	0.094166
1.8	0.007968	0.013474	0.023101	0.036005	0.006905	0.011677	0.02002	0.031202	0.006019	0.010178	0.01745	0.027197
1.9	0.001162	0.002145	0.003755	0.005863	0.000999	0.001845	0.003229	0.005042	0.000868	0.001603	0.002806	0.004381
2	2.88E-05	5.72E-05	0.000101	0.000158	2.46E-05	4.89E-05	8.64E-05	0.000135	2.13E-05	4.24E-05	7.49E-05	0.000117
2.1	0.000187	0.000392	0.000695	0.001087	0.00016	0.000334	0.000592	0.000925	0.000138	0.000289	0.000512	0.0008
2.2	0.000286	0.000619	0.0011	0.001719	0.000243	0.000525	0.000933	0.001458	0.00021	0.000453	0.000806	0.001259
2.3	0.000192	0.000423	0.000752	0.001175	0.000162	0.000358	0.000636	0.000994	0.00014	0.000309	0.000549	0.000857
2.4	7.1E-05	0.000158	0.000281	0.000439	5.99E-05	0.000133	0.000237	0.000371	5.16E-05	0.000115	0.000204	0.000319
2.5	1.29E-05	2.9E-05	5.16E-05	8.06E-05	1.09E-05	2.44E-05	4.34E-05	6.79E-05	9.39E-06	2.1E-05	3.74E-05	5.84E-05
2.6	3.74E-06	8.4E-06	1.49E-05	2.33E-05	3.15E-06	7.07E-06	1.26E-05	1.96E-05	2.71E-06	6.08E-06	1.08E-05	1.69E-05
2.7	7.48E-06	1.68E-05	2.99E-05	4.67E-05	6.28E-06	1.41E-05	2.51E-05	3.92E-05	5.4E-06	1.21E-05	2.16E-05	3.37E-05
2.8	3.58E-06	8.06E-06	1.43E-05	2.24E-05	3E-06	6.76E-06	1.2E-05	1.88E-05	2.58E-06	5.81E-06	1.03E-05	1.61E-05
2.9	2.58E-06	5.8E-06	1.03E-05	1.61E-05	2.16E-06	4.86E-06	8.64E-06	1.35E-05	1.86E-06	4.18E-06	7.43E-06	1.16E-05
3	9.86E-07	2.22E-06	3.94E-06	6.16E-06	8.26E-07	1.86E-06	3.3E-06	5.16E-06	7.1E-07	1.6E-06	2.84E-06	4.43E-06
3.1	5.5E-07	1.24E-06	2.2E-06	3.44E-06	4.6E-07	1.04E-06	1.84E-06	2.88E-06	3.95E-07	8.89E-07	1.58E-06	2.47E-06

head:90

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	1.8E-214	4E-214	7.2E-214	1.1E-213	5.3E-103	1.2E-102	2.1E-102	3.3E-102	2.99E-55	6.75E-55	1.2E-54	1.89E-54
0.3	5.7E-42	1.3E-41	2.34E-41	3.72E-41	5.15E-20	1.17E-19	2.11E-19	3.36E-19	1.23E-10	2.8E-10	5.05E-10	8.03E-10
0.4	4.44E-13	1.03E-12	1.91E-12	3.14E-12	3.47E-06	8.05E-06	1.49E-05	2.46E-05	0.002898	0.006725	0.012463	0.020504
0.5	3.05E-05	7.37E-05	0.000144	0.000251	0.018221	0.04403	0.085955	0.149803	0.261688	0.632359	1.234483	2.151475
0.6	0.019135	0.049377	0.103417	0.190631	0.380021	0.980643	2.053892	3.785978	1.268286	3.272807	6.854676	12.63535
0.7	0.311974	0.874485	1.934803	3.560487	1.439782	4.035813	8.929265	16.43192	2.570451	7.205162	15.94147	29.336
0.8	1.319345	3.971294	8.672472	14.42701	2.998618	9.02599	19.71087	32.78983	3.951543	11.89434	25.97474	43.21005
0.9	3.263275	9.983229	19.47589	27.97683	5.08751	15.56405	30.36329	43.61643	5.703901	17.44976	34.04204	48.90091
1	6.637692	18.83404	31.14741	39.57034	8.342891	23.67244	39.14906	49.73582	8.528643	24.1995	40.02071	50.84317
1.1	13.528	32.65658	46.54115	55.7799	14.92647	36.03248	51.35239	61.5462	14.43005	34.83412	49.64452	59.49931
1.2	35.84696	71.40313	92.37117	112.744	36.42034	72.54524	93.84867	114.5474	33.98556	67.69543	87.57468	106.8896
1.3	208.0463	349.0574	442.495	576.6362	200.2026	335.8974	425.8123	554.8962	182.5204	306.2303	388.2038	505.8867
1.4	27.60573	41.04789	54.45848	76.30353	25.60225	38.06884	50.50615	70.7658	22.97458	34.16166	45.32249	63.5028
1.5	3.974414	5.623205	8.069967	11.94013	3.592091	5.082274	7.293667	10.79153	3.187966	4.510497	6.473099	9.577442
1.6	0.968033	1.396895	2.169436	3.312669	0.8589	1.239414	1.924862	2.939211	0.756259	1.0913	1.694835	2.587966
1.7	0.296579	0.458344	0.75631	1.172027	0.259614	0.401217	0.662046	1.025949	0.22727	0.351231	0.579565	0.898131
1.8	0.102735	0.173726	0.297859	0.464228	0.08903	0.150552	0.258126	0.402302	0.077603	0.131228	0.224995	0.350666
1.9	0.038736	0.071538	0.125208	0.195507	0.033314	0.061525	0.107683	0.168142	0.028943	0.053453	0.093556	0.146083
2	0.015886	0.031541	0.055737	0.087076	0.013583	0.026968	0.047656	0.074452	0.011772	0.023371	0.041301	0.064522
2.1	0.007027	0.014698	0.026075	0.040741	0.005981	0.01251	0.022194	0.034676	0.005173	0.01082	0.019196	0.029993
2.2	0.003256	0.007042	0.012511	0.019549	0.002761	0.005972	0.010611	0.016579	0.002385	0.005158	0.009164	0.014318
2.3	0.001556	0.003432	0.006101	0.009532	0.001316	0.002903	0.005159	0.008061	0.001135	0.002504	0.00445	0.006953
2.4	0.000758	0.00169	0.003004	0.004693	0.000639	0.001426	0.002534	0.00396	0.000551	0.001228	0.002184	0.003412
2.5	0.000357	0.0008	0.001423	0.002223	0.000301	0.000674	0.001198	0.001872	0.000259	0.00058	0.001032	0.001612
2.6	0.000226	0.000507	0.000901	0.001408	0.00019	0.000426	0.000758	0.001184	0.000163	0.000367	0.000652	0.001019
2.7	0.000108	0.000242	0.000431	0.000673	9.05E-05	0.000204	0.000362	0.000566	7.79E-05	0.000175	0.000311	0.000486
2.8	6.07E-05	0.000137	0.000243	0.00038	5.1E-05	0.000115	0.000204	0.000318	4.38E-05	9.85E-05	0.000175	0.000274
2.9	2.63E-05	5.91E-05	0.000105	0.000164	2.2E-05	4.96E-05	8.81E-05	0.000138	1.89E-05	4.26E-05	7.57E-05	0.000118
3	1.32E-05	2.97E-05	5.27E-05	8.24E-05	1.1E-05	2.49E-05	4.42E-05	6.9E-05	9.49E-06	2.13E-05	3.8E-05	5.93E-05
3.1	6.19E-06	1.39E-05	2.47E-05	3.87E-05	5.18E-06	1.16E-05	2.07E-05	3.24E-05	4.45E-06	1E-05	1.78E-05	2.78E-05

head:45

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	9E-215	2E-214	3.6E-214	5.7E-214	2.7E-103	6E-103	1.1E-102	1.7E-102	1.51E-55	3.41E-55	6.08E-55	9.54E-55
0.3	2.88E-42	6.56E-42	1.18E-41	1.88E-41	2.6E-20	5.92E-20	1.07E-19	1.7E-19	6.23E-11	1.42E-10	2.55E-10	4.06E-10
0.4	2.23E-13	5.17E-13	9.58E-13	1.58E-12	1.74E-06	4.04E-06	7.48E-06	1.23E-05	0.001452	0.00337	0.006246	0.010276
0.5	1.49E-05	3.6E-05	7.02E-05	0.000122	0.008898	0.021503	0.041978	0.073159	0.1278	0.308824	0.602882	1.050711
0.6	0.00889	0.022941	0.048048	0.088567	0.176558	0.455608	0.954241	1.758971	0.589247	1.520551	3.184693	5.870404
0.7	0.133107	0.373109	0.825505	1.519121	0.614299	1.721925	3.80977	7.01086	1.096712	3.074163	6.801607	12.51653
0.8	0.490956	1.477804	3.227213	5.368601	1.11585	3.358764	7.334836	12.2018	1.470454	4.426139	9.665759	16.07939
0.9	0.98175	3.003437	5.859286	8.41678	1.530568	4.682417	9.134742	13.12193	1.716009	5.249729	10.24149	14.71175
1	1.437679	4.079325	6.746318	8.570668	1.807014	5.12729	8.479423	10.77244	1.847247	5.241447	8.668215	11.01229
1.1	1.738677	4.197164	5.981669	7.169073	1.918414	4.631049	6.60003	7.910182	1.854612	4.477031	6.380527	7.647107
1.2	1.86838	3.721603	4.814478	5.876331	1.898265	3.781131	4.891487	5.970324	1.771362	3.528354	4.564481	5.571195
1.3	1.378892	2.313488	2.932775	3.821838	1.326906	2.226266	2.822205	3.677749	1.209711	2.029638	2.572943	3.352923
1.4	0.128519	0.1911	0.253533	0.355233	0.119192	0.177231	0.235133	0.329452	0.106959	0.159041	0.211	0.295639
1.5	0.160424	0.226976	0.325737	0.481953	0.144992	0.205142	0.294403	0.435591	0.12868	0.182062	0.261281	0.386585
1.6	0.086041	0.124159	0.192824	0.294437	0.076341	0.110162	0.171086	0.261243	0.067218	0.096997	0.150641	0.230024
1.7	0.034402	0.053167	0.08773	0.135952	0.030115	0.04654	0.076796	0.119008	0.026363	0.040742	0.067228	0.104181
1.8	0.010612	0.017945	0.030767	0.047952	0.009196	0.015551	0.026663	0.041556	0.008016	0.013555	0.023241	0.036222
1.9	0.002624	0.004846	0.008481	0.013243	0.002257	0.004167	0.007294	0.011389	0.00196	0.003621	0.006337	0.009895
2	0.000709	0.001408	0.002488	0.003886	0.000606	0.001204	0.002127	0.003323	0.000525	0.001043	0.001843	0.00288
2.1	0.000462	0.000965	0.001713	0.002676	0.000393	0.000822	0.001458	0.002277	0.00034	0.000711	0.001261	0.00197
2.2	0.00039	0.000844	0.0015	0.002344	0.000331	0.000716	0.001272	0.001988	0.000286	0.000618	0.001099	0.001717
2.3	0.000245	0.00054	0.000961	0.001501	0.000207	0.000457	0.000812	0.001269	0.000179	0.000394	0.000701	0.001095
2.4	0.000112	0.000249	0.000443	0.000692	9.42E-05	0.00021	0.000373	0.000584	8.12E-05	0.000181	0.000322	0.000503
2.5	4.3E-05	9.64E-05	0.000171	0.000268	3.62E-05	8.12E-05	0.000144	0.000226	3.12E-05	6.99E-05	0.000124	0.000194
2.6	2.28E-05	5.11E-05	9.09E-05	0.000142	1.91E-05	4.3E-05	7.64E-05	0.000119	1.65E-05	3.7E-05	6.58E-05	0.000103
2.7	1.89E-05	4.24E-05	7.54E-05	0.000118	1.58E-05	3.56E-05	6.33E-05	9.89E-05	1.36E-05	3.06E-05	5.44E-05	8.51E-05
2.8	1.82E-05	4.09E-05	7.27E-05	0.000114	1.53E-05	3.43E-05	6.1E-05	9.53E-05	1.31E-05	2.95E-05	5.24E-05	8.19E-05
2.9	7.82E-06	1.76E-05	3.13E-05	4.89E-05	6.55E-06	1.47E-05	2.62E-05	4.1E-05	5.63E-06	1.27E-05	2.25E-05	3.52E-05
3	3.12E-06	7.03E-06	1.25E-05	1.95E-05	2.62E-06	5.88E-06	1.05E-05	1.63E-05	2.25E-06	5.05E-06	8.99E-06	1.4E-05
3.1	2.75E-06	6.18E-06	1.1E-05	1.72E-05	2.3E-06	5.18E-06	9.2E-06	1.44E-05	1.98E-06	4.44E-06	7.9E-06	1.23E-05

head:0

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	4.3E-223	9.8E-223	1.7E-222	2.7E-222	1.3E-111	2.9E-111	5.2E-111	8.1E-111	7.23E-64	1.63E-63	2.91E-63	4.57E-63
0.3	1.84E-51	4.2E-51	7.57E-51	1.2E-50	1.66E-29	3.79E-29	6.83E-29	1.09E-28	3.98E-20	9.06E-20	1.63E-19	2.6E-19
0.4	2.42E-22	5.63E-22	1.04E-21	1.72E-21	1.89E-15	4.39E-15	8.14E-15	1.34E-14	1.58E-12	3.67E-12	6.8E-12	1.12E-11
0.5	5.87E-15	1.42E-14	2.77E-14	4.83E-14	3.51E-12	8.48E-12	1.66E-11	2.88E-11	5.04E-11	1.22E-10	2.38E-10	4.14E-10
0.6	1.07E-12	2.77E-12	5.8E-12	1.07E-11	2.13E-11	5.5E-11	1.15E-10	2.12E-10	7.11E-11	1.84E-10	3.84E-10	7.09E-10
0.7	1.37E-11	3.84E-11	8.5E-11	1.56E-10	6.33E-11	1.77E-10	3.92E-10	7.22E-10	1.13E-10	3.17E-10	7.01E-10	1.29E-09
0.8	5.18E-11	1.56E-10	3.41E-10	5.67E-10	1.18E-10	3.55E-10	7.75E-10	1.29E-09	1.55E-10	4.67E-10	1.02E-09	1.7E-09
0.9	3.83E-10	1.17E-09	2.28E-09	3.28E-09	5.97E-10	1.83E-09	3.56E-09	5.12E-09	6.69E-10	2.05E-09	3.99E-09	5.74E-09
1	1.53E-09	4.34E-09	7.17E-09	9.11E-09	1.92E-09	5.45E-09	9.02E-09	1.15E-08	1.96E-09	5.57E-09	9.22E-09	1.17E-08
1.1	4.34E-09	1.05E-08	1.49E-08	1.79E-08	4.79E-09	1.16E-08	1.65E-08	1.97E-08	4.63E-09	1.12E-08	1.59E-08	1.91E-08
1.2	1.15E-08	2.29E-08	2.96E-08	3.62E-08	1.17E-08	2.33E-08	3.01E-08	3.68E-08	1.09E-08	2.17E-08	2.81E-08	3.43E-08
1.3	1.19E-07	2E-07	2.54E-07	3.31E-07	1.15E-07	1.93E-07	2.44E-07	3.18E-07	1.05E-07	1.76E-07	2.22E-07	2.9E-07
1.4	4.31E-08	6.41E-08	8.51E-08	1.19E-07	4E-08	5.95E-08	7.89E-08	1.11E-07	3.59E-08	5.34E-08	7.08E-08	9.92E-08
1.5	1.32E-08	1.86E-08	2.67E-08	3.96E-08	1.19E-08	1.68E-08	2.42E-08	3.57E-08	1.06E-08	1.49E-08	2.14E-08	3.17E-08
1.6	3.84E-09	5.54E-09	8.61E-09	1.31E-08	3.41E-09	4.92E-09	7.64E-09	1.17E-08	3E-09	4.33E-09	6.72E-09	1.03E-08
1.7	6.8E-10	1.05E-09	1.73E-09	2.69E-09	5.95E-10	9.2E-10	1.52E-09	2.35E-09	5.21E-10	8.05E-10	1.33E-09	2.06E-09
1.8	3.93E-11	6.65E-11	1.14E-10	1.78E-10	3.41E-11	5.76E-11	9.87E-11	1.54E-10	2.97E-11	5.02E-11	8.61E-11	1.34E-10
1.9	1.71E-10	3.16E-10	5.54E-10	8.65E-10	1.47E-10	2.72E-10	4.76E-10	7.44E-10	1.28E-10	2.36E-10	4.14E-10	6.46E-10
2	2.67E-10	5.3E-10	9.36E-10	1.46E-09	2.28E-10	4.53E-10	8.01E-10	1.25E-09	1.98E-10	3.93E-10	6.94E-10	1.08E-09
2.1	1.82E-10	3.81E-10	6.76E-10	1.06E-09	1.55E-10	3.24E-10	5.75E-10	8.99E-10	1.34E-10	2.8E-10	4.97E-10	7.77E-10
2.2	1.39E-10	3.01E-10	5.35E-10	8.36E-10	1.18E-10	2.55E-10	4.54E-10	7.09E-10	1.02E-10	2.21E-10	3.92E-10	6.12E-10
2.3	1.33E-10	2.93E-10	5.21E-10	8.14E-10	1.12E-10	2.48E-10	4.41E-10	6.88E-10	9.69E-11	2.14E-10	3.8E-10	5.94E-10
2.4	5.28E-11	1.18E-10	2.09E-10	3.27E-10	4.46E-11	9.94E-11	1.77E-10	2.76E-10	3.84E-11	8.57E-11	1.52E-10	2.38E-10
2.5	1.5E-11	3.36E-11	5.98E-11	9.34E-11	1.26E-11	2.83E-11	5.03E-11	7.87E-11	1.09E-11	2.44E-11	4.33E-11	6.77E-11
2.6	1.86E-12	4.17E-12	7.42E-12	1.16E-11	1.56E-12	3.51E-12	6.24E-12	9.75E-12	1.34E-12	3.02E-12	5.37E-12	8.39E-12
2.7	4.86E-12	1.09E-11	1.94E-11	3.03E-11	4.08E-12	9.17E-12	1.63E-11	2.55E-11	3.51E-12	7.89E-12	1.4E-11	2.19E-11
2.8	1.21E-11	2.72E-11	4.84E-11	7.56E-11	1.02E-11	2.28E-11	4.06E-11	6.35E-11	8.73E-12	1.96E-11	3.49E-11	5.45E-11
2.9	5.94E-13	1.34E-12	2.38E-12	3.71E-12	4.98E-13	1.12E-12	1.99E-12	3.11E-12	4.28E-13	9.62E-13	1.71E-12	2.67E-12
3	1.56E-12	3.51E-12	6.24E-12	9.75E-12	1.31E-12	2.94E-12	5.23E-12	8.17E-12	1.12E-12	2.53E-12	4.49E-12	7.02E-12
3.1	2.92E-11	6.58E-11	1.17E-10	1.83E-10	2.45E-11	5.5E-11	9.79E-11	1.53E-10	2.1E-11	4.73E-11	8.4E-11	1.31E-10

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-0

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	3.07E-09	2.93E-09	2.68E-09	0.960729	1.187674	1.303658	24.9672	24.99906	23.47052	0.833022	1.065605	1.192545	1.73E-08	1.66E-08	1.51E-08
1.5	5.06E-09	4.87E-09	4.49E-09	2.171423	2.839633	3.20577	44.83858	45.90475	43.74984	1.963256	2.639755	3.023318	2.86E-08	2.76E-08	2.52E-08
2	6.78E-09	6.56E-09	6.11E-09	3.379673	4.724698	5.563301	59.86787	62.64417	60.78025	3.110652	4.465555	5.326119	3.78E-08	3.65E-08	3.35E-08
2.5	9.21E-09	8.93E-09	8.36E-09	4.543688	6.681967	8.183542	78.10439	82.58649	81.11218	4.185378	6.336509	7.866969	5.06E-08	4.89E-08	4.48E-08

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-2

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	5.85E-09	5.5E-09	4.98E-09	1.271088	1.421113	1.431708	40.86469	40.09287	37.02	1.045589	1.206347	1.236671	3.14E-08	2.98E-08	2.7E-08
1.5	9.54E-09	9.01E-09	8.18E-09	2.67115	3.133082	3.240542	71.34832	70.94257	66.03194	2.306923	2.785143	2.924056	5.11E-08	4.87E-08	4.43E-08
2	1.3E-08	1.23E-08	1.12E-08	3.944653	4.8549	5.18198	93.89619	94.32865	88.48152	3.474849	4.405551	4.772852	6.78E-08	6.47E-08	5.89E-08
2.5	1.8E-08	1.69E-08	1.54E-08	5.194974	6.588328	7.209703	122.6744	123.5784	116.3619	4.568044	5.988797	6.663731	9.18E-08	8.74E-08	7.94E-08

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-4

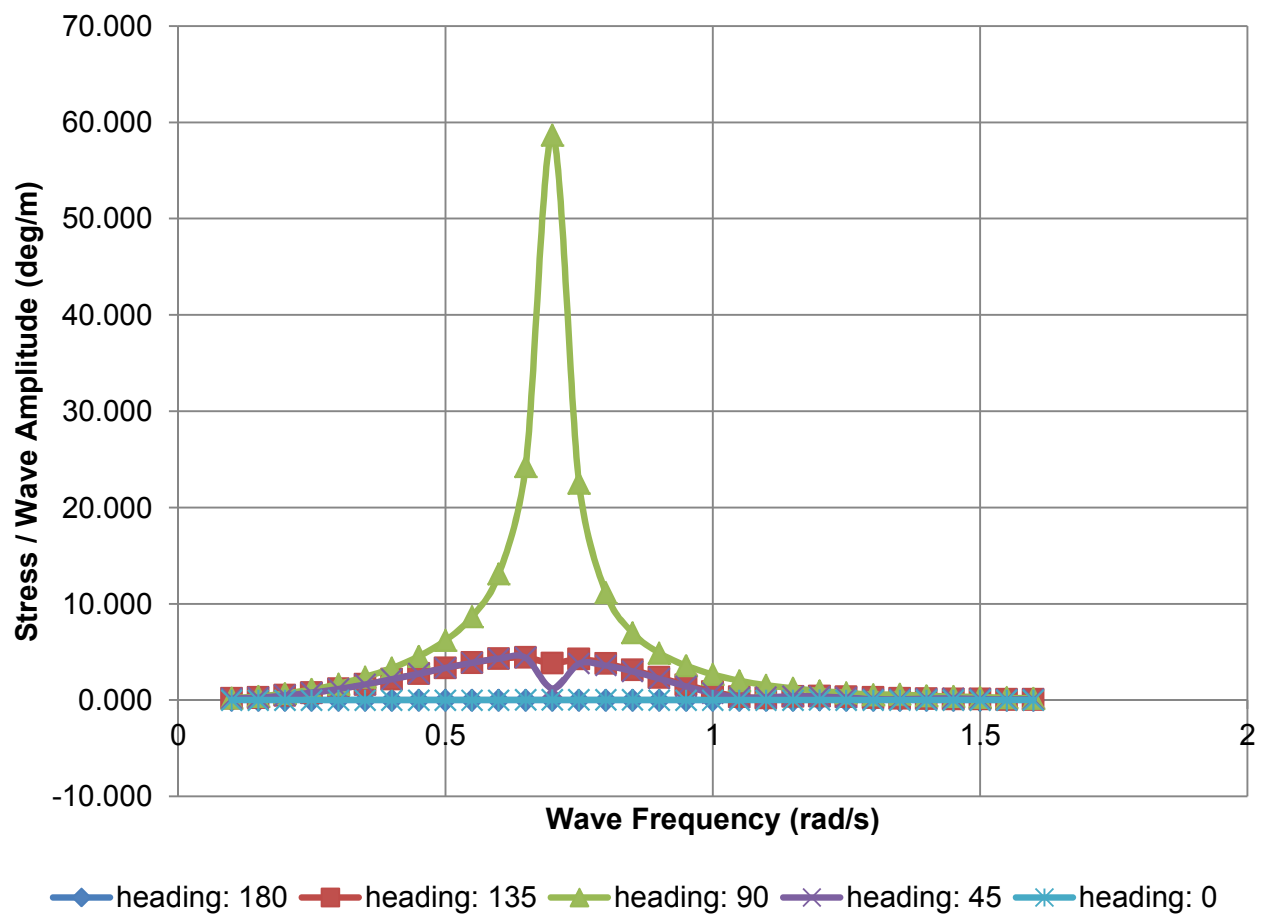
	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	1.2E-08	1.11E-08	9.99E-09	1.848661	1.938931	1.863901	68.68268	66.60303	61.03579	1.448827	1.55887	1.519138	5.9E-08	5.55E-08	5.02E-08
1.5	1.97E-08	1.83E-08	1.64E-08	3.633393	3.954691	3.879673	117.4058	114.8391	105.7341	2.993619	3.344989	3.325924	9.53E-08	8.99E-08	8.14E-08
2	2.79E-08	2.57E-08	2.31E-08	5.168067	5.79827	5.80251	153.5375	150.8734	139.3663	4.34518	5.013454	5.089379	1.28E-07	1.21E-07	1.09E-07
2.5	3.95E-08	3.63E-08	3.25E-08	6.765965	7.693125	7.794584	201.5995	198.0368	183.063	5.666657	6.645034	6.842291	1.66E-07	1.66E-07	1.5E-07

RESPON&BILGE&KEEL&PELAT

RAO Bilge keel Pelat

rad/s	stress/wave amplitude (deg/m)				
	heading				
	180	135	90	45	0
0.100	0.000	0.161	0.227	0.161	0.000
0.200	0.000	0.262	0.369	0.262	0.000
0.300	0.000	0.475	0.669	0.475	0.000
0.400	0.000	0.776	1.099	0.776	0.000
0.500	0.000	1.163	1.670	1.163	0.000
0.600	0.000	1.631	2.403	1.631	0.000
0.700	0.000	2.167	3.337	2.166	0.000
0.800	0.000	2.746	4.548	2.745	0.000
0.900	0.000	3.334	6.197	3.333	0.000
1.000	0.000	3.874	8.671	3.881	0.001
1.100	0.000	4.286	13.101	4.312	0.001
1.200	0.000	4.422	24.255	4.405	0.003
1.300	0.001	3.826	58.652	1.210	0.010
1.400	0.001	4.256	22.516	3.779	0.005
1.500	0.001	3.799	11.144	3.587	0.003
1.600	0.001	3.134	6.995	2.979	0.002
1.700	0.001	2.360	4.893	2.227	0.001
1.800	0.001	1.574	3.578	1.428	0.000
1.900	0.001	0.878	2.659	0.725	0.000
2.000	0.000	0.352	2.012	0.272	0.001
2.100	0.000	0.220	1.555	0.301	0.001
2.200	0.000	0.360	1.216	0.403	0.001
2.300	0.003	0.399	0.961	0.365	0.004
2.400	0.001	0.337	0.763	0.243	0.001
2.500	0.000	0.242	0.583	0.103	0.001
2.600	0.000	0.163	0.589	0.092	0.000
2.700	0.000	0.138	0.443	0.140	0.000
2.800	0.001	0.100	0.374	0.181	0.000
2.900	0.000	0.087	0.300	0.126	0.000
3.000	0.000	0.073	0.239	0.070	0.000
3.100	0.001	0.064	0.188	0.082	0.001

Grafik RAO Bilge Keel Pelat



Spektrum Response

Response didapatkan dengan mengalikan kuadrat transfer function & spektrum gelombang

head:180

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	5.7E-222	1.3E-221	2.3E-221	3.6E-221	1.7E-110	3.8E-110	6.8E-110	1.1E-109	9.5E-63	2.14E-62	3.83E-62	6E-62
0.3	2.62E-50	5.96E-50	1.07E-49	1.71E-49	2.36E-28	5.38E-28	9.7E-28	1.54E-27	5.65E-19	1.29E-18	2.32E-18	3.69E-18
0.4	2.35E-21	5.46E-21	1.01E-20	1.66E-20	1.84E-14	4.26E-14	7.9E-14	1.3E-13	1.53E-11	3.56E-11	6.6E-11	1.09E-10
0.5	1.12E-13	2.7E-13	5.28E-13	9.19E-13	6.68E-11	1.62E-10	3.15E-10	5.5E-10	9.6E-10	2.32E-09	4.53E-09	7.89E-09
0.6	4.82E-11	1.24E-10	2.61E-10	4.8E-10	9.57E-10	2.47E-09	5.17E-09	9.54E-09	3.2E-09	8.25E-09	1.73E-08	3.18E-08
0.7	9.41E-10	2.64E-09	5.84E-09	1.07E-08	4.34E-09	1.22E-08	2.69E-08	4.96E-08	7.76E-09	2.17E-08	4.81E-08	8.85E-08
0.8	4.02E-09	1.21E-08	2.65E-08	4.4E-08	9.15E-09	2.75E-08	6.01E-08	1E-07	1.21E-08	3.63E-08	7.92E-08	1.32E-07
0.9	7.05E-09	2.16E-08	4.21E-08	6.05E-08	1.1E-08	3.36E-08	6.56E-08	9.43E-08	1.23E-08	3.77E-08	7.36E-08	1.06E-07
1	9.97E-09	2.83E-08	4.68E-08	5.94E-08	1.25E-08	3.56E-08	5.88E-08	7.47E-08	1.28E-08	3.64E-08	6.01E-08	7.64E-08
1.1	8.62E-09	2.08E-08	2.96E-08	3.55E-08	9.51E-09	2.3E-08	3.27E-08	3.92E-08	9.19E-09	2.22E-08	3.16E-08	3.79E-08
1.2	1.21E-08	2.4E-08	3.11E-08	3.79E-08	1.22E-08	2.44E-08	3.16E-08	3.85E-08	1.14E-08	2.28E-08	2.95E-08	3.59E-08
1.3	9.77E-08	1.64E-07	2.08E-07	2.71E-07	9.4E-08	1.58E-07	2E-07	2.61E-07	8.57E-08	1.44E-07	1.82E-07	2.38E-07
1.4	5.86E-08	8.72E-08	1.16E-07	1.62E-07	5.44E-08	8.08E-08	1.07E-07	1.5E-07	4.88E-08	7.25E-08	9.62E-08	1.35E-07
1.5	3.47E-08	4.91E-08	7.04E-08	1.04E-07	3.13E-08	4.43E-08	6.36E-08	9.41E-08	2.78E-08	3.93E-08	5.65E-08	8.36E-08
1.6	1.65E-08	2.38E-08	3.69E-08	5.63E-08	1.46E-08	2.11E-08	3.27E-08	5E-08	1.29E-08	1.86E-08	2.88E-08	4.4E-08
1.7	6.89E-09	1.07E-08	1.76E-08	2.72E-08	6.04E-09	9.33E-09	1.54E-08	2.39E-08	5.28E-09	8.17E-09	1.35E-08	2.09E-08
1.8	3.41E-09	5.77E-09	9.9E-09	1.54E-08	2.96E-09	5E-09	8.58E-09	1.34E-08	2.58E-09	4.36E-09	7.48E-09	1.17E-08
1.9	1.42E-09	2.63E-09	4.6E-09	7.18E-09	1.22E-09	2.26E-09	3.96E-09	6.18E-09	1.06E-09	1.96E-09	3.44E-09	5.37E-09
2	2.72E-10	5.41E-10	9.56E-10	1.49E-09	2.33E-10	4.63E-10	8.17E-10	1.28E-09	2.02E-10	4.01E-10	7.08E-10	1.11E-09
2.1	3.44E-11	7.19E-11	1.28E-10	1.99E-10	2.93E-11	6.12E-11	1.09E-10	1.7E-10	2.53E-11	5.3E-11	9.39E-11	1.47E-10
2.2	1.34E-10	2.9E-10	5.15E-10	8.05E-10	1.14E-10	2.46E-10	4.37E-10	6.83E-10	9.82E-11	2.12E-10	3.77E-10	5.89E-10
2.3	1.38E-08	3.05E-08	5.42E-08	8.47E-08	1.17E-08	2.58E-08	4.58E-08	7.16E-08	1.01E-08	2.22E-08	3.95E-08	6.17E-08
2.4	3.38E-10	7.54E-10	1.34E-09	2.09E-09	2.85E-10	6.36E-10	1.13E-09	1.77E-09	2.46E-10	5.48E-10	9.74E-10	1.52E-09
2.5	1.61E-11	3.61E-11	6.41E-11	1E-10	1.36E-11	3.04E-11	5.4E-11	8.44E-11	1.17E-11	2.61E-11	4.65E-11	7.26E-11
2.6	4.07E-11	9.14E-11	1.63E-10	2.54E-10	3.42E-11	7.69E-11	1.37E-10	2.14E-10	2.94E-11	6.61E-11	1.18E-10	1.84E-10
2.7	2.47E-11	5.55E-11	9.87E-11	1.54E-10	2.07E-11	4.66E-11	8.29E-11	1.3E-10	1.78E-11	4.01E-11	7.13E-11	1.11E-10
2.8	1.64E-10	3.69E-10	6.56E-10	1.03E-09	1.38E-10	3.1E-10	5.5E-10	8.6E-10	1.18E-10	2.66E-10	4.73E-10	7.39E-10
2.9	3.17E-12	7.14E-12	1.27E-11	1.98E-11	2.66E-12	5.98E-12	1.06E-11	1.66E-11	2.29E-12	5.14E-12	9.14E-12	1.43E-11
3	1.93E-12	4.34E-12	7.72E-12	1.21E-11	1.62E-12	3.64E-12	6.47E-12	1.01E-11	1.39E-12	3.13E-12	5.56E-12	8.68E-12
3.1	4.12E-10	9.26E-10	1.65E-09	2.57E-09	3.45E-10	7.75E-10	1.38E-09	2.15E-09	2.96E-10	6.66E-10	1.18E-09	1.85E-09

head:135

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.6E-215	1.7E-214	3E-214	4.8E-214	2.2E-103	5.1E-103	9E-103	1.4E-102	1.27E-55	2.86E-55	5.1E-55	7.99E-55
0.3	2.6E-42	5.92E-42	1.07E-41	1.7E-41	2.35E-20	5.34E-20	9.63E-20	1.53E-19	5.61E-11	1.28E-10	2.3E-10	3.66E-10
0.4	2.08E-13	4.82E-13	8.94E-13	1.47E-12	1.62E-06	3.77E-06	6.98E-06	1.15E-05	0.001356	0.003146	0.00583	0.009592
0.5	1.41E-05	3.42E-05	6.67E-05	0.000116	0.008455	0.020432	0.039887	0.069516	0.121437	0.293447	0.572863	0.998394
0.6	0.008529	0.022009	0.046097	0.084972	0.169391	0.437114	0.915506	1.68757	0.565328	1.458828	3.055417	5.632108
0.7	0.128328	0.359714	0.795869	1.464583	0.592245	1.660106	3.672995	6.759162	1.057338	2.963797	6.557421	12.06717
0.8	0.47354	1.425379	3.112727	5.17815	1.076265	3.239612	7.074633	11.76894	1.418289	4.269122	9.322866	15.50897
0.9	0.939654	2.874652	5.608045	8.055876	1.464939	4.481639	8.743052	12.55927	1.642428	5.024625	9.802342	14.08092
1	1.339501	3.800752	6.285618	7.985384	1.683615	4.777152	7.900371	10.0368	1.7211	4.883513	8.07627	10.26027
1.1	1.506133	3.635802	5.181633	6.210224	1.661831	4.011656	5.717129	6.852212	1.606562	3.878237	5.527145	6.624322
1.2	1.321937	2.633151	3.406395	4.157689	1.343082	2.675269	3.460881	4.224192	1.253294	2.496421	3.229513	3.941796
1.3	0.742086	1.245063	1.578349	2.056821	0.714109	1.198122	1.518843	1.979276	0.651037	1.092302	1.384696	1.804462
1.4	0.642479	0.955323	1.267433	1.775841	0.595851	0.885991	1.175449	1.646959	0.534696	0.795057	1.054808	1.477925
1.5	0.341896	0.483731	0.694212	1.027139	0.309006	0.437198	0.627431	0.928332	0.274242	0.388012	0.556843	0.823891
1.6	0.151999	0.219339	0.340642	0.520151	0.134864	0.194611	0.30224	0.461511	0.118747	0.171355	0.266121	0.406359
1.7	0.056452	0.087242	0.143958	0.223087	0.049416	0.076369	0.126016	0.195282	0.043259	0.066854	0.110316	0.170953
1.8	0.016818	0.028439	0.04876	0.075995	0.014574	0.024646	0.042256	0.065858	0.012704	0.021482	0.036832	0.057405
1.9	0.003629	0.006702	0.01173	0.018316	0.003121	0.005764	0.010088	0.015752	0.002712	0.005008	0.008765	0.013686
2	0.000419	0.000832	0.00147	0.002297	0.000358	0.000711	0.001257	0.001964	0.000311	0.000617	0.00109	0.001702
2.1	0.000123	0.000256	0.000455	0.00071	0.000104	0.000218	0.000387	0.000605	9.02E-05	0.000189	0.000335	0.000523
2.2	0.000254	0.000548	0.000974	0.001522	0.000215	0.000465	0.000826	0.001291	0.000186	0.000402	0.000714	0.001115
2.3	0.000245	0.000541	0.000962	0.001503	0.000207	0.000458	0.000813	0.001271	0.000179	0.000395	0.000702	0.001096
2.4	0.00014	0.000313	0.000557	0.00087	0.000119	0.000264	0.00047	0.000734	0.000102	0.000228	0.000405	0.000633
2.5	5.89E-05	0.000132	0.000235	0.000367	4.96E-05	0.000111	0.000198	0.000309	4.27E-05	9.57E-05	0.00017	0.000266
2.6	2.19E-05	4.92E-05	8.75E-05	0.000137	1.84E-05	4.14E-05	7.36E-05	0.000115	1.58E-05	3.56E-05	6.33E-05	9.89E-05
2.7	1.3E-05	2.92E-05	5.2E-05	8.12E-05	1.09E-05	2.46E-05	4.37E-05	6.82E-05	9.39E-06	2.11E-05	3.75E-05	5.87E-05
2.8	5.72E-06	1.29E-05	2.29E-05	3.58E-05	4.8E-06	1.08E-05	1.92E-05	3E-05	4.13E-06	9.28E-06	1.65E-05	2.58E-05
2.9	3.61E-06	8.12E-06	1.44E-05	2.26E-05	3.02E-06	6.81E-06	1.21E-05	1.89E-05	2.6E-06	5.85E-06	1.04E-05	1.62E-05
3	2.18E-06	4.91E-06	8.72E-06	1.36E-05	1.83E-06	4.11E-06	7.31E-06	1.14E-05	1.57E-06	3.53E-06	6.28E-06	9.81E-06
3.1	1.43E-06	3.22E-06	5.72E-06	8.93E-06	1.2E-06	2.69E-06	4.79E-06	7.48E-06	1.03E-06	2.31E-06	4.11E-06	6.42E-06

head:90

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	1.5E-214	3.4E-214	6E-214	9.5E-214	4.4E-103	1E-102	1.8E-102	2.8E-102	2.51E-55	5.67E-55	1.01E-54	1.59E-54
0.3	5.16E-42	1.17E-41	2.12E-41	3.37E-41	4.66E-20	1.06E-19	1.91E-19	3.04E-19	1.11E-10	2.54E-10	4.57E-10	7.27E-10
0.4	4.17E-13	9.68E-13	1.79E-12	2.95E-12	3.26E-06	7.56E-06	1.4E-05	2.31E-05	0.002721	0.006315	0.011703	0.019253
0.5	2.92E-05	7.05E-05	0.000138	0.00024	0.017435	0.042131	0.082247	0.143342	0.250401	0.605085	1.181239	2.05868
0.6	0.018516	0.047781	0.100074	0.184469	0.367737	0.948945	1.987502	3.663599	1.227289	3.167016	6.633104	12.22693
0.7	0.30444	0.853368	1.888084	3.474511	1.405015	3.93836	8.713649	16.03513	2.508382	7.031179	15.55653	28.62762
0.8	1.298493	3.908529	8.535407	14.199	2.951226	8.883338	19.39934	32.2716	3.88909	11.70636	25.56422	42.52713
0.9	3.246868	9.933037	19.37797	27.83617	5.061931	15.4858	30.21063	43.39715	5.675224	17.36203	33.87089	48.65505
1	6.710926	19.04184	31.49106	40.00692	8.434939	23.93362	39.581	50.28456	8.622741	24.46649	40.46226	51.40413
1.1	14.06998	33.9649	48.40574	58.01462	15.52447	37.47606	53.40973	64.01194	15.00816	36.22969	51.63344	61.88304
1.2	39.77897	79.23525	102.5033	125.1108	40.41524	80.50264	104.1428	127.1119	37.7134	75.12086	97.18064	118.6142
1.3	174.3765	292.5666	370.8825	483.3145	167.8022	281.5365	356.8997	465.0929	152.9816	256.6706	325.3776	424.015
1.4	17.98106	26.73664	35.47166	49.70049	16.67608	24.79623	32.8973	46.09347	14.96454	22.25128	29.52091	41.3627
1.5	2.942386	4.163038	5.974455	8.83966	2.65934	3.76257	5.399736	7.989319	2.360153	3.339266	4.792243	7.090487
1.6	0.7574	1.092947	1.697392	2.591871	0.672014	0.969732	1.506035	2.299673	0.591706	0.853846	1.326059	2.024854
1.7	0.242647	0.374995	0.618776	0.958896	0.212404	0.328256	0.541654	0.839382	0.185941	0.28736	0.474172	0.734807
1.8	0.086891	0.146935	0.251924	0.392636	0.0753	0.127334	0.218318	0.34026	0.065636	0.110991	0.190297	0.296587
1.9	0.033275	0.061452	0.107556	0.167945	0.028617	0.052851	0.092502	0.144438	0.024863	0.045917	0.080366	0.125489
2	0.013722	0.027244	0.048144	0.075214	0.011733	0.023294	0.041164	0.064309	0.010168	0.020187	0.035674	0.055732
2.1	0.006128	0.012818	0.02274	0.03553	0.005216	0.010909	0.019355	0.030241	0.004512	0.009436	0.016741	0.026157
2.2	0.002889	0.006248	0.011101	0.017346	0.00245	0.005299	0.009415	0.014711	0.002116	0.004576	0.008131	0.012704
2.3	0.001423	0.00314	0.005581	0.008721	0.001204	0.002655	0.00472	0.007375	0.001038	0.002291	0.004071	0.006361
2.4	0.000721	0.001607	0.002857	0.004465	0.000608	0.001356	0.002411	0.003767	0.000524	0.001169	0.002077	0.003246
2.5	0.000342	0.000766	0.001362	0.002128	0.000288	0.000645	0.001147	0.001792	0.000248	0.000556	0.000988	0.001543
2.6	0.000288	0.000646	0.001149	0.001795	0.000242	0.000543	0.000966	0.001509	0.000208	0.000468	0.000831	0.001299
2.7	0.000135	0.000303	0.000538	0.000841	0.000113	0.000254	0.000452	0.000706	9.72E-05	0.000219	0.000389	0.000607
2.8	8.02E-05	0.00018	0.000321	0.000501	6.72E-05	0.000151	0.000269	0.00042	5.78E-05	0.00013	0.000231	0.000361
2.9	4.33E-05	9.75E-05	0.000173	0.000271	3.63E-05	8.17E-05	0.000145	0.000227	3.12E-05	7.02E-05	0.000125	0.000195
3	2.33E-05	5.25E-05	9.33E-05	0.000146	1.95E-05	4.4E-05	7.82E-05	0.000122	1.68E-05	3.78E-05	6.72E-05	0.000105
3.1	1.23E-05	2.77E-05	4.92E-05	7.68E-05	1.03E-05	2.31E-05	4.12E-05	6.43E-05	8.83E-06	1.99E-05	3.53E-05	5.52E-05

head:45

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.6E-215	1.7E-214	3E-214	4.8E-214	2.2E-103	5.1E-103	9E-103	1.4E-102	1.27E-55	2.86E-55	5.1E-55	8E-55
0.3	2.6E-42	5.92E-42	1.07E-41	1.7E-41	2.35E-20	5.34E-20	9.63E-20	1.53E-19	5.61E-11	1.28E-10	2.3E-10	3.66E-10
0.4	2.08E-13	4.82E-13	8.94E-13	1.47E-12	1.62E-06	3.77E-06	6.98E-06	1.15E-05	0.001356	0.003146	0.005831	0.009592
0.5	1.41E-05	3.42E-05	6.67E-05	0.000116	0.008455	0.020432	0.039888	0.069517	0.121438	0.29345	0.572869	0.998403
0.6	0.008528	0.022006	0.046089	0.084957	0.169362	0.437038	0.915348	1.687278	0.56523	1.458575	3.054889	5.631134
0.7	0.128264	0.359534	0.795471	1.463852	0.591949	1.659277	3.671161	6.755787	1.05681	2.962317	6.554146	12.06115
0.8	0.47316	1.424234	3.110227	5.173991	1.075401	3.23701	7.068951	11.75949	1.41715	4.265694	9.315379	15.49651
0.9	0.939556	2.874353	5.607461	8.055038	1.464786	4.481173	8.742142	12.55796	1.642257	5.024102	9.801321	14.07946
1	1.344693	3.815484	6.309982	8.016337	1.690141	4.795669	7.930994	10.07571	1.727771	4.902443	8.107575	10.30004
1.1	1.524084	3.679136	5.243392	6.284242	1.681637	4.05947	5.785432	6.933881	1.62571	3.924461	5.593021	6.703275
1.2	1.311975	2.613306	3.380723	4.126355	1.33296	2.655107	3.434798	4.192357	1.243849	2.477607	3.205174	3.912089
1.3	0.074163	0.12443	0.157738	0.205556	0.071367	0.119739	0.151791	0.197806	0.065064	0.109163	0.138385	0.180335
1.4	0.506582	0.753253	0.999346	1.400215	0.469816	0.698586	0.926818	1.298595	0.421597	0.626887	0.831695	1.165314
1.5	0.304905	0.431396	0.619104	0.916011	0.275575	0.389897	0.559548	0.827894	0.244571	0.346032	0.496597	0.734753
1.6	0.137365	0.198221	0.307846	0.470072	0.121879	0.175875	0.273141	0.417078	0.107314	0.154857	0.2405	0.367236
1.7	0.05028	0.077704	0.128219	0.198697	0.044013	0.068019	0.112238	0.173932	0.03853	0.059545	0.098255	0.152262
1.8	0.013833	0.023391	0.040105	0.062506	0.011987	0.020271	0.034755	0.054168	0.010449	0.017669	0.030294	0.047215
1.9	0.002473	0.004568	0.007995	0.012483	0.002127	0.003928	0.006876	0.010736	0.001848	0.003413	0.005974	0.009328
2	0.00025	0.000497	0.000879	0.001373	0.000214	0.000425	0.000751	0.001174	0.000186	0.000369	0.000651	0.001017
2.1	0.00023	0.000482	0.000855	0.001335	0.000196	0.00041	0.000727	0.001136	0.00017	0.000355	0.000629	0.000983
2.2	0.000317	0.000685	0.001218	0.001903	0.000269	0.000581	0.001033	0.001614	0.000232	0.000502	0.000892	0.001394
2.3	0.000205	0.000453	0.000805	0.001257	0.000174	0.000383	0.00068	0.001063	0.00015	0.00033	0.000587	0.000917
2.4	7.28E-05	0.000162	0.000289	0.000451	6.14E-05	0.000137	0.000243	0.00038	5.29E-05	0.000118	0.00021	0.000328
2.5	1.07E-05	2.39E-05	4.25E-05	6.64E-05	8.98E-06	2.01E-05	3.58E-05	5.59E-05	7.73E-06	1.73E-05	3.08E-05	4.81E-05
2.6	6.94E-06	1.56E-05	2.77E-05	4.33E-05	5.83E-06	1.31E-05	2.33E-05	3.64E-05	5.02E-06	1.13E-05	2E-05	3.13E-05
2.7	1.34E-05	3.01E-05	5.35E-05	8.36E-05	1.12E-05	2.53E-05	4.49E-05	7.02E-05	9.67E-06	2.17E-05	3.86E-05	6.04E-05
2.8	1.87E-05	4.21E-05	7.48E-05	0.000117	1.57E-05	3.53E-05	6.28E-05	9.81E-05	1.35E-05	3.04E-05	5.4E-05	8.43E-05
2.9	7.65E-06	1.72E-05	3.06E-05	4.78E-05	6.42E-06	1.44E-05	2.57E-05	4.01E-05	5.51E-06	1.24E-05	2.2E-05	3.44E-05
3	1.99E-06	4.48E-06	7.97E-06	1.25E-05	1.67E-06	3.75E-06	6.67E-06	1.04E-05	1.43E-06	3.23E-06	5.73E-06	8.96E-06
3.1	2.34E-06	5.26E-06	9.35E-06	1.46E-05	1.96E-06	4.4E-06	7.83E-06	1.22E-05	1.68E-06	3.78E-06	6.72E-06	1.05E-05

head:0

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	5.8E-222	1.3E-221	2.3E-221	3.7E-221	1.7E-110	3.9E-110	6.9E-110	1.1E-109	9.69E-63	2.19E-62	3.9E-62	6.12E-62
0.3	2.63E-50	5.98E-50	1.08E-49	1.71E-49	2.37E-28	5.4E-28	9.73E-28	1.55E-27	5.67E-19	1.29E-18	2.33E-18	3.7E-18
0.4	2.48E-21	5.75E-21	1.07E-20	1.75E-20	1.94E-14	4.49E-14	8.32E-14	1.37E-13	1.62E-11	3.75E-11	6.95E-11	1.14E-10
0.5	1.12E-13	2.72E-13	5.3E-13	9.24E-13	6.72E-11	1.62E-10	3.17E-10	5.52E-10	9.65E-10	2.33E-09	4.55E-09	7.93E-09
0.6	5.19E-11	1.34E-10	2.8E-10	5.17E-10	1.03E-09	2.66E-09	5.57E-09	1.03E-08	3.44E-09	8.87E-09	1.86E-08	3.42E-08
0.7	9.81E-10	2.75E-09	6.08E-09	1.12E-08	4.53E-09	1.27E-08	2.81E-08	5.17E-08	8.08E-09	2.27E-08	5.01E-08	9.22E-08
0.8	4.15E-09	1.25E-08	2.73E-08	4.54E-08	9.44E-09	2.84E-08	6.21E-08	1.03E-07	1.24E-08	3.74E-08	8.18E-08	1.36E-07
0.9	8.9E-09	2.72E-08	5.31E-08	7.63E-08	1.39E-08	4.24E-08	8.28E-08	1.19E-07	1.56E-08	4.76E-08	9.28E-08	1.33E-07
1	2.84E-08	8.05E-08	1.33E-07	1.69E-07	3.56E-08	1.01E-07	1.67E-07	2.13E-07	3.64E-08	1.03E-07	1.71E-07	2.17E-07
1.1	1.12E-07	2.69E-07	3.84E-07	4.6E-07	1.23E-07	2.97E-07	4.23E-07	5.07E-07	1.19E-07	2.87E-07	4.09E-07	4.9E-07
1.2	6.49E-07	1.29E-06	1.67E-06	2.04E-06	6.59E-07	1.31E-06	1.7E-06	2.07E-06	6.15E-07	1.22E-06	1.58E-06	1.93E-06
1.3	4.94E-06	8.29E-06	1.05E-05	1.37E-05	4.75E-06	7.97E-06	1.01E-05	1.32E-05	4.33E-06	7.27E-06	9.21E-06	1.2E-05
1.4	7.44E-07	1.11E-06	1.47E-06	2.06E-06	6.9E-07	1.03E-06	1.36E-06	1.91E-06	6.19E-07	9.21E-07	1.22E-06	1.71E-06
1.5	1.67E-07	2.37E-07	3.4E-07	5.02E-07	1.51E-07	2.14E-07	3.07E-07	4.54E-07	1.34E-07	1.9E-07	2.72E-07	4.03E-07
1.6	5.13E-08	7.4E-08	1.15E-07	1.76E-07	4.55E-08	6.57E-08	1.02E-07	1.56E-07	4.01E-08	5.78E-08	8.98E-08	1.37E-07
1.7	1.27E-08	1.97E-08	3.25E-08	5.03E-08	1.11E-08	1.72E-08	2.84E-08	4.41E-08	9.76E-09	1.51E-08	2.49E-08	3.86E-08
1.8	1.01E-09	1.72E-09	2.94E-09	4.59E-09	8.8E-10	1.49E-09	2.55E-09	3.97E-09	7.67E-10	1.3E-09	2.22E-09	3.46E-09
1.9	4.45E-10	8.21E-10	1.44E-09	2.24E-09	3.82E-10	7.06E-10	1.24E-09	1.93E-09	3.32E-10	6.13E-10	1.07E-09	1.68E-09
2	2.23E-09	4.42E-09	7.81E-09	1.22E-08	1.9E-09	3.78E-09	6.68E-09	1.04E-08	1.65E-09	3.27E-09	5.79E-09	9.04E-09
2.1	3.44E-09	7.19E-09	1.28E-08	1.99E-08	2.92E-09	6.12E-09	1.09E-08	1.7E-08	2.53E-09	5.29E-09	9.39E-09	1.47E-08
2.2	3.74E-09	8.09E-09	1.44E-08	2.25E-08	3.17E-09	6.86E-09	1.22E-08	1.9E-08	2.74E-09	5.92E-09	1.05E-08	1.64E-08
2.3	2.37E-08	5.23E-08	9.29E-08	1.45E-07	2E-08	4.42E-08	7.86E-08	1.23E-07	1.73E-08	3.81E-08	6.78E-08	1.06E-07
2.4	4.65E-10	1.04E-09	1.84E-09	2.88E-09	3.92E-10	8.74E-10	1.55E-09	2.43E-09	3.38E-10	7.53E-10	1.34E-09	2.09E-09
2.5	4.13E-10	9.26E-10	1.65E-09	2.57E-09	3.48E-10	7.8E-10	1.39E-09	2.17E-09	3E-10	6.71E-10	1.19E-09	1.87E-09
2.6	9E-11	2.02E-10	3.59E-10	5.62E-10	7.57E-11	1.7E-10	3.02E-10	4.72E-10	6.51E-11	1.46E-10	2.6E-10	4.06E-10
2.7	1.01E-11	2.27E-11	4.03E-11	6.3E-11	8.48E-12	1.91E-11	3.39E-11	5.29E-11	7.29E-12	1.64E-11	2.91E-11	4.55E-11
2.8	5.27E-12	1.19E-11	2.11E-11	3.3E-11	4.42E-12	9.95E-12	1.77E-11	2.76E-11	3.8E-12	8.56E-12	1.52E-11	2.38E-11
2.9	8.17E-11	1.84E-10	3.27E-10	5.1E-10	6.85E-11	1.54E-10	2.74E-10	4.28E-10	5.88E-11	1.32E-10	2.35E-10	3.68E-10
3	8.84E-12	1.99E-11	3.54E-11	5.53E-11	7.4E-12	1.67E-11	2.96E-11	4.63E-11	6.36E-12	1.43E-11	2.54E-11	3.98E-11
3.1	6.56E-10	1.48E-09	2.63E-09	4.1E-09	5.49E-10	1.24E-09	2.2E-09	3.43E-09	4.72E-10	1.06E-09	1.89E-09	2.95E-09

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-0

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	2.55E-08	2.57E-08	2.46E-08	0.775329	0.989348	1.110107	21.90161	22.12891	20.87874	0.707854	0.925636	1.052466	5.49E-07	5.32E-07	4.87E-07
1.5	4.46E-08	4.71E-08	4.67E-08	1.791081	2.42426	2.794229	40.16176	41.53481	39.80021	1.683651	2.322953	2.702603	9.38E-07	9.14E-07	8.41E-07
2	6.5E-08	7.14E-08	7.31E-08	2.869145	4.147003	4.97477	53.8343	56.9966	55.65742	2.730324	4.016297	4.856548	1.22E-06	1.19E-06	1.1E-06
2.5	9.1E-08	1.02E-07	1.06E-07	3.908331	5.943537	7.412119	69.81502	74.79959	74.02157	3.72103	5.767059	7.252334	1.6E-06	1.57E-06	1.45E-06

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-2

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	5.11E-08	4.85E-08	4.43E-08	1.024029	1.160675	1.182881	35.11459	34.70884	32.16688	0.900048	1.043825	1.077277	9.49E-07	9.11E-07	8.31E-07
1.5	8.69E-08	8.41E-08	7.78E-08	2.164804	2.594726	2.722675	62.51575	62.6883	58.59546	1.967467	2.408822	2.554697	1.6E-06	1.55E-06	1.41E-06
2	1.27E-07	1.25E-07	1.16E-07	3.290398	4.142207	4.485357	82.45703	83.64156	78.84813	3.032823	3.900084	4.266746	2.09E-06	2.02E-06	1.85E-06
2.5	1.82E-07	1.78E-07	1.67E-07	4.404418	5.710918	6.340187	106.9918	108.9075	103.1224	4.055061	5.382735	6.043886	2.77E-06	2.67E-06	2.44E-06

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-4

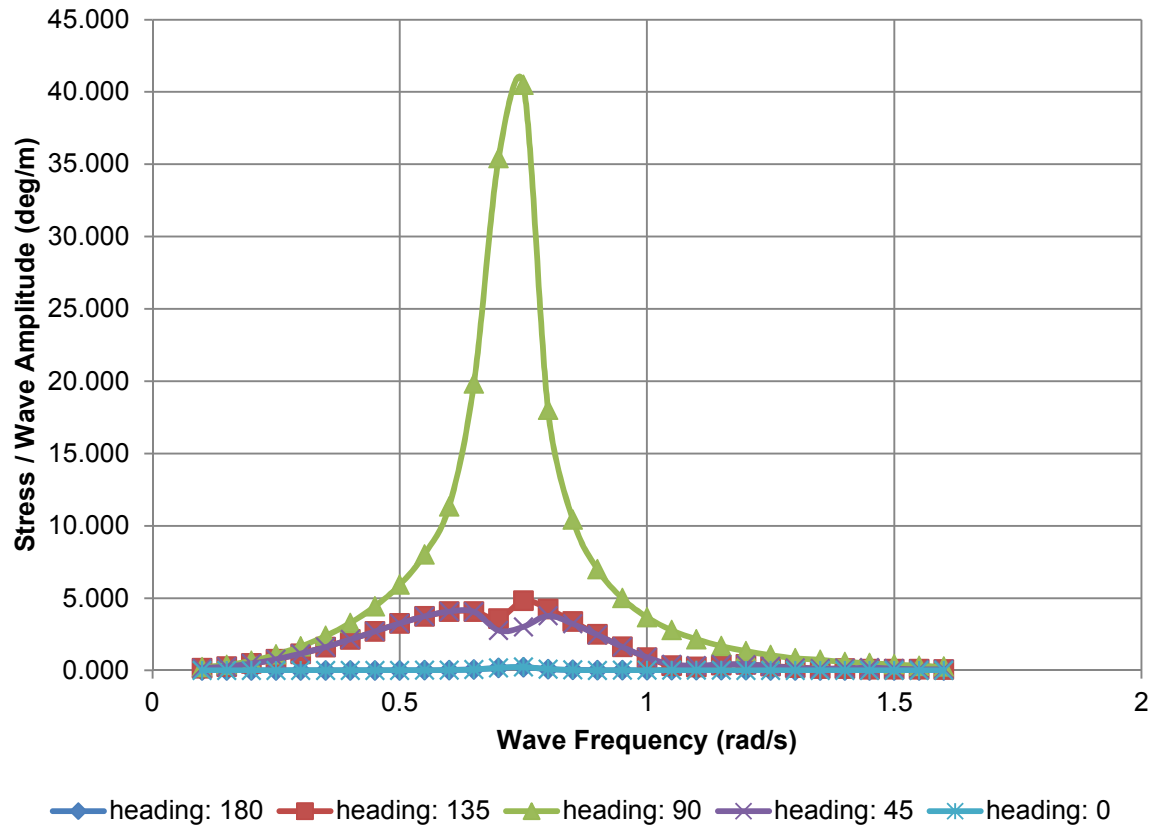
	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	1.22E-07	1.12E-07	9.94E-08	1.540329	1.610095	1.550139	57.89379	56.49907	51.93048	1.308831	1.392574	1.353802	1.7E-06	1.62E-06	1.47E-06
1.5	2.13E-07	1.97E-07	1.74E-07	2.982072	3.263	3.219497	100.7697	99.27948	91.71995	2.61445	2.917501	2.907629	2.85E-06	2.73E-06	2.48E-06
2	3.26E-07	3.02E-07	2.67E-07	4.36747	4.92786	4.961614	131.894	130.6476	121.1532	3.881722	4.472537	4.551042	3.79E-06	3.62E-06	3.29E-06
2.5	4.81E-07	4.43E-07	3.91E-07	5.84926	6.673193	6.797726	171.9238	170.2944	158.0729	5.185145	6.051573	6.23749	4.85E-06	4.85E-06	4.4E-06

RESPONeBILGEeKEELeFOILe

RAO Bilge Keel Foil

rad/s	stress/wave amplitude (deg/m)				
	heading				
	180	135	90	45	0
0.100	0.000	0.162	0.228	0.162	0.000
0.200	0.000	0.262	0.369	0.262	0.000
0.300	0.000	0.474	0.668	0.474	0.000
0.400	0.000	0.773	1.095	0.773	0.000
0.500	0.000	1.157	1.660	1.157	0.000
0.600	0.000	1.618	2.378	1.617	0.000
0.700	0.000	2.141	3.281	2.139	0.000
0.800	0.001	2.700	4.424	2.696	0.001
0.900	0.004	3.253	5.920	3.248	0.004
1.000	0.012	3.739	8.018	3.737	0.011
1.100	0.028	4.064	11.339	4.070	0.026
1.200	0.067	4.078	19.823	4.052	0.064
1.300	0.175	3.580	35.420	2.760	0.174
1.400	0.222	4.819	40.484	3.013	0.234
1.500	0.089	4.251	18.022	3.776	0.096
1.600	0.038	3.382	10.433	3.219	0.036
1.700	0.015	2.488	6.987	2.454	0.005
1.800	0.013	1.625	4.993	1.631	0.011
1.900	0.018	0.878	3.677	0.906	0.018
2.000	0.020	0.325	2.779	0.418	0.019
2.100	0.018	0.238	2.152	0.338	0.016
2.200	0.013	0.384	1.687	0.417	0.010
2.300	0.012	0.408	1.332	0.403	0.007
2.400	0.003	0.318	1.062	0.293	0.002
2.500	0.002	0.202	0.837	0.173	0.002
2.600	0.004	0.128	0.731	0.122	0.002
2.700	0.003	0.131	0.583	0.146	0.002
2.800	0.002	0.092	0.506	0.188	0.002
2.900	0.001	0.094	0.410	0.129	0.001
3.000	0.001	0.076	0.316	0.080	0.001
3.100	0.001	0.064	0.262	0.087	0.000

RAO Bilge keel Foil



Spektrum Response

Response didapatkan dengan mengalikan kuadrat transfer function & spektrum gelombang

head:180

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.6E-222	1.7E-221	3.1E-221	4.8E-221	2.2E-110	5.1E-110	9.1E-110	1.4E-109	1.27E-62	2.87E-62	5.11E-62	8.02E-62
0.3	1.01E-49	2.29E-49	4.13E-49	6.57E-49	9.09E-28	2.07E-27	3.73E-27	5.93E-27	2.17E-18	4.95E-18	8.92E-18	1.42E-17
0.4	1.31E-20	3.03E-20	5.62E-20	9.24E-20	1.02E-13	2.37E-13	4.39E-13	7.22E-13	8.52E-11	1.98E-10	3.66E-10	6.03E-10
0.5	1.21E-12	2.91E-12	5.69E-12	9.91E-12	7.21E-10	1.74E-09	3.4E-09	5.92E-09	1.03E-08	2.5E-08	4.88E-08	8.51E-08
0.6	5.34E-10	1.38E-09	2.89E-09	5.32E-09	1.06E-08	2.74E-08	5.73E-08	1.06E-07	3.54E-08	9.13E-08	1.91E-07	3.53E-07
0.7	6.86E-10	1.92E-09	4.25E-09	7.83E-09	3.17E-09	8.87E-09	1.96E-08	3.61E-08	5.65E-09	1.58E-08	3.51E-08	6.45E-08
0.8	6.77E-08	2.04E-07	4.45E-07	7.41E-07	1.54E-07	4.63E-07	1.01E-06	1.68E-06	2.03E-07	6.11E-07	1.33E-06	2.22E-06
0.9	1.58E-06	4.82E-06	9.41E-06	1.35E-05	2.46E-06	7.52E-06	1.47E-05	2.11E-05	2.75E-06	8.43E-06	1.64E-05	2.36E-05
1	1.25E-05	3.55E-05	5.87E-05	7.46E-05	1.57E-05	4.46E-05	7.38E-05	9.38E-05	1.61E-05	4.56E-05	7.55E-05	9.59E-05
1.1	6.63E-05	0.00016	0.000228	0.000274	7.32E-05	0.000177	0.000252	0.000302	7.08E-05	0.000171	0.000243	0.000292
1.2	0.000303	0.000604	0.000781	0.000953	0.000308	0.000613	0.000793	0.000968	0.000287	0.000572	0.00074	0.000904
1.3	0.001556	0.00261	0.003309	0.004312	0.001497	0.002512	0.003184	0.004149	0.001365	0.00229	0.002903	0.003783
1.4	0.001749	0.0026	0.00345	0.004833	0.001622	0.002411	0.003199	0.004483	0.001455	0.002164	0.002871	0.004023
1.5	0.000187	0.000265	0.00038	0.000562	0.000169	0.000239	0.000343	0.000508	0.00015	0.000212	0.000305	0.000451
1.6	2.19E-05	3.16E-05	4.91E-05	7.5E-05	1.94E-05	2.81E-05	4.36E-05	6.65E-05	1.71E-05	2.47E-05	3.84E-05	5.86E-05
1.7	2.41E-06	3.73E-06	6.16E-06	9.54E-06	2.11E-06	3.27E-06	5.39E-06	8.35E-06	1.85E-06	2.86E-06	4.72E-06	7.31E-06
1.8	1.11E-06	1.87E-06	3.21E-06	5E-06	9.59E-07	1.62E-06	2.78E-06	4.33E-06	8.36E-07	1.41E-06	2.42E-06	3.78E-06
1.9	1.46E-06	2.7E-06	4.73E-06	7.39E-06	1.26E-06	2.32E-06	4.07E-06	6.35E-06	1.09E-06	2.02E-06	3.53E-06	5.52E-06
2	1.35E-06	2.67E-06	4.72E-06	7.38E-06	1.15E-06	2.28E-06	4.04E-06	6.31E-06	9.97E-07	1.98E-06	3.5E-06	5.47E-06
2.1	8.55E-07	1.79E-06	3.17E-06	4.96E-06	7.27E-07	1.52E-06	2.7E-06	4.22E-06	6.29E-07	1.32E-06	2.33E-06	3.65E-06
2.2	3.32E-07	7.18E-07	1.28E-06	1.99E-06	2.82E-07	6.09E-07	1.08E-06	1.69E-06	2.43E-07	5.26E-07	9.35E-07	1.46E-06
2.3	2.3E-07	5.07E-07	9.01E-07	1.41E-06	1.94E-07	4.29E-07	7.62E-07	1.19E-06	1.68E-07	3.7E-07	6.57E-07	1.03E-06
2.4	1.32E-08	2.93E-08	5.21E-08	8.14E-08	1.11E-08	2.47E-08	4.4E-08	6.87E-08	9.56E-09	2.13E-08	3.79E-08	5.92E-08
2.5	3.89E-09	8.73E-09	1.55E-08	2.42E-08	3.28E-09	7.35E-09	1.31E-08	2.04E-08	2.82E-09	6.33E-09	1.13E-08	1.76E-08
2.6	1.14E-08	2.56E-08	4.55E-08	7.11E-08	9.58E-09	2.15E-08	3.83E-08	5.98E-08	8.24E-09	1.85E-08	3.29E-08	5.14E-08
2.7	6.29E-09	1.41E-08	2.51E-08	3.93E-08	5.28E-09	1.19E-08	2.11E-08	3.3E-08	4.54E-09	1.02E-08	1.81E-08	2.84E-08
2.8	1.43E-09	3.22E-09	5.72E-09	8.94E-09	1.2E-09	2.7E-09	4.8E-09	7.5E-09	1.03E-09	2.32E-09	4.13E-09	6.45E-09
2.9	3.78E-10	8.51E-10	1.51E-09	2.36E-09	3.17E-10	7.13E-10	1.27E-09	1.98E-09	2.72E-10	6.13E-10	1.09E-09	1.7E-09
3	6.43E-10	1.45E-09	2.57E-09	4.02E-09	5.39E-10	1.21E-09	2.16E-09	3.37E-09	4.63E-10	1.04E-09	1.85E-09	2.89E-09
3.1	9.07E-11	2.04E-10	3.63E-10	5.67E-10	7.59E-11	1.71E-10	3.04E-10	4.74E-10	6.52E-11	1.47E-10	2.61E-10	4.07E-10

head:135

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.6E-215	1.7E-214	3.1E-214	4.8E-214	2.2E-103	5.1E-103	9.1E-103	1.4E-102	1.27E-55	2.86E-55	5.11E-55	8.02E-55
0.3	2.59E-42	5.9E-42	1.06E-41	1.69E-41	2.34E-20	5.33E-20	9.61E-20	1.53E-19	5.6E-11	1.27E-10	2.3E-10	3.65E-10
0.4	2.06E-13	4.79E-13	8.88E-13	1.46E-12	1.61E-06	3.74E-06	6.94E-06	1.14E-05	0.001347	0.003126	0.005793	0.00953
0.5	1.4E-05	3.38E-05	6.6E-05	0.000115	0.008363	0.020208	0.03945	0.068754	0.120105	0.290228	0.56658	0.987443
0.6	0.008388	0.021646	0.045336	0.083568	0.166592	0.429891	0.900378	1.659683	0.555986	1.434721	3.004928	5.53904
0.7	0.125269	0.351139	0.776898	1.429672	0.578128	1.620534	3.585442	6.598045	1.032135	2.893149	6.401112	11.77953
0.8	0.457534	1.377199	3.007514	5.003124	1.039886	3.13011	6.835503	11.37114	1.37035	4.124822	9.007745	14.98475
0.9	0.894629	2.73691	5.339328	7.669869	1.394745	4.266896	8.324118	11.95748	1.563729	4.783864	9.33265	13.40622
1	1.247462	3.539597	5.853724	7.436698	1.567931	4.448907	7.357526	9.347159	1.602841	4.547961	7.521339	9.555271
1.1	1.353792	3.268053	4.657529	5.582081	1.493742	3.605891	5.139005	6.159134	1.444063	3.485967	4.968093	5.954294
1.2	1.124496	2.239869	2.897623	3.536706	1.142482	2.275697	2.943971	3.593276	1.066105	2.123561	2.74716	3.353058
1.3	0.649714	1.090082	1.381881	1.800794	0.625219	1.048984	1.329782	1.732902	0.569998	0.956336	1.212333	1.579849
1.4	0.823712	1.224804	1.624955	2.276777	0.763931	1.135914	1.507024	2.11154	0.685525	1.01933	1.352351	1.894823
1.5	0.42814	0.605754	0.869329	1.286239	0.386955	0.547483	0.785703	1.162508	0.343421	0.485889	0.697308	1.031721
1.6	0.177076	0.255526	0.396842	0.605967	0.157113	0.226719	0.352103	0.537652	0.138338	0.199625	0.310026	0.473401
1.7	0.062762	0.096994	0.16005	0.248024	0.054939	0.084905	0.140102	0.217111	0.048095	0.074327	0.122647	0.190062
1.8	0.017928	0.030317	0.051979	0.081011	0.015537	0.026272	0.045045	0.070205	0.013542	0.0229	0.039263	0.061194
1.9	0.003627	0.006698	0.011723	0.018306	0.003119	0.005761	0.010083	0.015743	0.00271	0.005005	0.00876	0.013678
2	0.000359	0.000713	0.00126	0.001969	0.000307	0.00061	0.001077	0.001683	0.000266	0.000528	0.000934	0.001459
2.1	0.000143	0.0003	0.000532	0.000831	0.000122	0.000255	0.000453	0.000707	0.000106	0.000221	0.000392	0.000612
2.2	0.000289	0.000624	0.001109	0.001733	0.000245	0.000529	0.00094	0.001469	0.000211	0.000457	0.000812	0.001269
2.3	0.000256	0.000565	0.001004	0.001568	0.000216	0.000477	0.000849	0.001326	0.000187	0.000412	0.000732	0.001144
2.4	0.000125	0.000279	0.000496	0.000775	0.000106	0.000236	0.000419	0.000654	9.1E-05	0.000203	0.000361	0.000564
2.5	4.11E-05	9.21E-05	0.000164	0.000256	3.46E-05	7.76E-05	0.000138	0.000216	2.98E-05	6.68E-05	0.000119	0.000186
2.6	1.36E-05	3.07E-05	5.45E-05	8.52E-05	1.15E-05	2.58E-05	4.58E-05	7.16E-05	9.87E-06	2.22E-05	3.94E-05	6.16E-05
2.7	1.17E-05	2.64E-05	4.69E-05	7.33E-05	9.86E-06	2.22E-05	3.94E-05	6.16E-05	8.48E-06	1.91E-05	3.39E-05	5.3E-05
2.8	4.83E-06	1.09E-05	1.93E-05	3.02E-05	4.06E-06	9.12E-06	1.62E-05	2.53E-05	3.49E-06	7.84E-06	1.39E-05	2.18E-05
2.9	4.24E-06	9.53E-06	1.69E-05	2.65E-05	3.55E-06	7.99E-06	1.42E-05	2.22E-05	3.05E-06	6.86E-06	1.22E-05	1.91E-05
3	2.33E-06	5.24E-06	9.32E-06	1.46E-05	1.95E-06	4.39E-06	7.8E-06	1.22E-05	1.68E-06	3.77E-06	6.7E-06	1.05E-05
3.1	1.41E-06	3.17E-06	5.64E-06	8.81E-06	1.18E-06	2.65E-06	4.72E-06	7.37E-06	1.01E-06	2.28E-06	4.05E-06	6.33E-06

head:90

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	1.5E-214	3.4E-214	6.1E-214	9.5E-214	4.5E-103	1E-102	1.8E-102	2.8E-102	2.52E-55	5.69E-55	1.02E-54	1.59E-54
0.3	5.15E-42	1.17E-41	2.11E-41	3.36E-41	4.65E-20	1.06E-19	1.91E-19	3.03E-19	1.11E-10	2.53E-10	4.56E-10	7.26E-10
0.4	4.14E-13	9.61E-13	1.78E-12	2.93E-12	3.24E-06	7.51E-06	1.39E-05	2.29E-05	0.002702	0.006271	0.011622	0.01912
0.5	2.88E-05	6.96E-05	0.000136	0.000237	0.017214	0.041597	0.081206	0.141527	0.247231	0.597423	1.166281	2.032611
0.6	0.018129	0.046782	0.097981	0.180611	0.360047	0.9291	1.945938	3.586984	1.201623	3.100786	6.494389	11.97123
0.7	0.294205	0.824678	1.824606	3.357698	1.357778	3.805952	8.420696	15.49603	2.42405	6.79479	15.03352	27.66516
0.8	1.228504	3.697858	8.075346	13.43367	2.792154	8.404523	18.35371	30.53215	3.679467	11.07538	24.1863	40.23491
0.9	2.963147	9.065059	17.68466	25.40377	4.619605	14.13261	27.57074	39.60498	5.179306	15.84488	30.91115	44.40343
1	5.737774	16.28058	26.92454	34.20551	7.211788	20.463	33.84135	42.99279	7.372356	20.9186	34.59482	43.95001
1.1	10.54054	25.44486	36.26323	43.46173	11.63018	28.07524	40.01198	47.95463	11.24339	27.14152	38.68126	46.35977
1.2	26.56839	52.92127	68.46198	83.56155	26.99336	53.76775	69.55704	84.89813	25.1888	50.17326	64.907	79.22251
1.3	63.59514	106.6991	135.2609	176.2649	61.19751	102.6764	130.1614	169.6195	55.79244	93.60785	118.6653	154.6384
1.4	58.1325	86.43915	114.6793	160.6809	53.91353	80.16583	106.3565	149.0195	48.38015	71.93806	95.44065	133.725
1.5	7.695187	10.88754	15.62492	23.11826	6.95494	9.840206	14.12186	20.89437	6.17248	8.733142	12.5331	18.54367
1.6	1.684746	2.43113	3.775648	5.765309	1.494815	2.157054	3.349995	5.11535	1.316179	1.899279	2.94966	4.504048
1.7	0.494859	0.764772	1.261946	1.955593	0.433181	0.669454	1.104661	1.711855	0.379213	0.58605	0.967037	1.498583
1.8	0.169199	0.286117	0.490557	0.764559	0.146628	0.24795	0.425119	0.66257	0.127808	0.216126	0.370555	0.577528
1.9	0.063635	0.117523	0.205693	0.321181	0.054728	0.101073	0.176902	0.276225	0.047548	0.087813	0.153694	0.239987
2	0.026186	0.051989	0.091873	0.14353	0.022389	0.044452	0.078553	0.12272	0.019403	0.038523	0.068077	0.106354
2.1	0.01173	0.024534	0.043526	0.068007	0.009984	0.020881	0.037046	0.057883	0.008635	0.018061	0.032043	0.050065
2.2	0.005558	0.012021	0.021358	0.033371	0.004713	0.010195	0.018113	0.028301	0.004071	0.008805	0.015643	0.024441
2.3	0.002735	0.006032	0.010722	0.016754	0.002313	0.005101	0.009068	0.014168	0.001995	0.0044	0.007821	0.012221
2.4	0.001395	0.003109	0.005527	0.008636	0.001177	0.002623	0.004663	0.007287	0.001014	0.00226	0.004018	0.006279
2.5	0.000706	0.001583	0.002813	0.004396	0.000595	0.001333	0.002369	0.003702	0.000512	0.001147	0.00204	0.003187
2.6	0.000443	0.000996	0.00177	0.002766	0.000373	0.000837	0.001488	0.002326	0.000321	0.00072	0.001281	0.002001
2.7	0.000233	0.000525	0.000933	0.001458	0.000196	0.000441	0.000784	0.001225	0.000169	0.000379	0.000674	0.001053
2.8	0.000147	0.00033	0.000587	0.000916	0.000123	0.000277	0.000492	0.000769	0.000106	0.000238	0.000423	0.000661
2.9	8.1E-05	0.000182	0.000324	0.000506	6.79E-05	0.000153	0.000272	0.000424	5.84E-05	0.000131	0.000233	0.000365
3	4.07E-05	9.16E-05	0.000163	0.000255	3.41E-05	7.67E-05	0.000136	0.000213	2.93E-05	6.59E-05	0.000117	0.000183
3.1	2.38E-05	5.35E-05	9.5E-05	0.000148	1.99E-05	4.47E-05	7.95E-05	0.000124	1.71E-05	3.84E-05	6.83E-05	0.000107

head:45

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.6E-215	1.7E-214	3.1E-214	4.8E-214	2.2E-103	5.1E-103	9.1E-103	1.4E-102	1.27E-55	2.87E-55	5.12E-55	8.03E-55
0.3	2.6E-42	5.9E-42	1.06E-41	1.69E-41	2.34E-20	5.33E-20	9.61E-20	1.53E-19	5.6E-11	1.27E-10	2.3E-10	3.66E-10
0.4	2.06E-13	4.79E-13	8.88E-13	1.46E-12	1.61E-06	3.74E-06	6.94E-06	1.14E-05	0.001347	0.003126	0.005793	0.00953
0.5	1.4E-05	3.38E-05	6.6E-05	0.000115	0.00836	0.020202	0.039438	0.068733	0.120068	0.29014	0.566407	0.987142
0.6	0.008382	0.02163	0.045302	0.083505	0.166467	0.429568	0.899702	1.658438	0.555569	1.433645	3.002674	5.534885
0.7	0.12509	0.350637	0.775786	1.427626	0.5773	1.618215	3.580312	6.588604	1.030658	2.889009	6.391954	11.76268
0.8	0.456473	1.374006	3.00054	4.991522	1.037475	3.122852	6.819652	11.34477	1.367172	4.115257	8.986856	14.95
0.9	0.89221	2.72951	5.324892	7.649132	1.390974	4.25536	8.301612	11.92515	1.559501	4.77093	9.307417	13.36997
1	1.246325	3.536369	5.848385	7.429914	1.566501	4.444849	7.350815	9.338633	1.601379	4.543812	7.514478	9.546555
1.1	1.357956	3.278104	4.671854	5.59925	1.498336	3.616982	5.154812	6.178078	1.448505	3.496689	4.983374	5.972608
1.2	1.110331	2.211655	2.861123	3.492156	1.128091	2.247031	2.906887	3.548013	1.052676	2.096812	2.712556	3.310821
1.3	0.386191	0.647946	0.821392	1.070394	0.371631	0.623517	0.790424	1.030039	0.338808	0.568447	0.720612	0.939064
1.4	0.321936	0.478698	0.635091	0.889847	0.298572	0.443956	0.588999	0.825266	0.267928	0.398391	0.528548	0.740565
1.5	0.337757	0.477876	0.685809	1.014706	0.305266	0.431906	0.619836	0.917095	0.270922	0.383315	0.550102	0.813918
1.6	0.160368	0.231415	0.359398	0.54879	0.142289	0.205326	0.318881	0.486922	0.125285	0.180789	0.280773	0.428733
1.7	0.061049	0.094347	0.155682	0.241255	0.05344	0.082588	0.136278	0.211185	0.046782	0.072299	0.1193	0.184875
1.8	0.018048	0.030519	0.052326	0.081552	0.01564	0.026448	0.045346	0.070673	0.013633	0.023053	0.039525	0.061602
1.9	0.003864	0.007136	0.01249	0.019503	0.003323	0.006137	0.010742	0.016773	0.002887	0.005332	0.009333	0.014573
2	0.000593	0.001177	0.00208	0.00325	0.000507	0.001007	0.001779	0.002779	0.000439	0.000872	0.001542	0.002408
2.1	0.000289	0.000605	0.001073	0.001677	0.000246	0.000515	0.000913	0.001427	0.000213	0.000445	0.00079	0.001234
2.2	0.00034	0.000736	0.001308	0.002043	0.000289	0.000624	0.001109	0.001733	0.000249	0.000539	0.000958	0.001496
2.3	0.00025	0.000552	0.00098	0.001532	0.000211	0.000466	0.000829	0.001295	0.000182	0.000402	0.000715	0.001117
2.4	0.000106	0.000237	0.000421	0.000659	8.97E-05	0.0002	0.000356	0.000556	7.73E-05	0.000172	0.000306	0.000479
2.5	3.01E-05	6.74E-05	0.00012	0.000187	2.53E-05	5.68E-05	0.000101	0.000158	2.18E-05	4.89E-05	8.69E-05	0.000136
2.6	1.24E-05	2.78E-05	4.95E-05	7.74E-05	1.04E-05	2.34E-05	4.16E-05	6.5E-05	8.97E-06	2.01E-05	3.58E-05	5.6E-05
2.7	1.47E-05	3.31E-05	5.89E-05	9.2E-05	1.24E-05	2.78E-05	4.95E-05	7.73E-05	1.06E-05	2.39E-05	4.25E-05	6.65E-05
2.8	2.04E-05	4.58E-05	8.15E-05	0.000127	1.71E-05	3.85E-05	6.84E-05	0.000107	1.47E-05	3.31E-05	5.88E-05	9.18E-05
2.9	8.02E-06	1.8E-05	3.21E-05	5.01E-05	6.72E-06	1.51E-05	2.69E-05	4.2E-05	5.78E-06	1.3E-05	2.31E-05	3.61E-05
3	2.6E-06	5.85E-06	1.04E-05	1.62E-05	2.18E-06	4.9E-06	8.7E-06	1.36E-05	1.87E-06	4.21E-06	7.48E-06	1.17E-05
3.1	2.63E-06	5.93E-06	1.05E-05	1.65E-05	2.21E-06	4.96E-06	8.82E-06	1.38E-05	1.89E-06	4.26E-06	7.58E-06	1.18E-05

head:0

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.6E-222	1.7E-221	3.1E-221	4.8E-221	2.2E-110	5.1E-110	9.1E-110	1.4E-109	1.27E-62	2.87E-62	5.12E-62	8.03E-62
0.3	9.99E-50	2.27E-49	4.1E-49	6.52E-49	9.02E-28	2.05E-27	3.7E-27	5.88E-27	2.16E-18	4.91E-18	8.85E-18	1.41E-17
0.4	1.31E-20	3.03E-20	5.62E-20	9.25E-20	1.02E-13	2.37E-13	4.39E-13	7.23E-13	8.53E-11	1.98E-10	3.67E-10	6.03E-10
0.5	1.23E-12	2.96E-12	5.79E-12	1.01E-11	7.33E-10	1.77E-09	3.46E-09	6.03E-09	1.05E-08	2.54E-08	4.97E-08	8.66E-08
0.6	5.68E-10	1.46E-09	3.07E-09	5.66E-09	1.13E-08	2.91E-08	6.09E-08	1.12E-07	3.76E-08	9.71E-08	2.03E-07	3.75E-07
0.7	8.74E-10	2.45E-09	5.42E-09	9.98E-09	4.03E-09	1.13E-08	2.5E-08	4.6E-08	7.2E-09	2.02E-08	4.47E-08	8.22E-08
0.8	5.47E-08	1.65E-07	3.6E-07	5.99E-07	1.24E-07	3.75E-07	8.18E-07	1.36E-06	1.64E-07	4.94E-07	1.08E-06	1.79E-06
0.9	1.35E-06	4.12E-06	8.04E-06	1.16E-05	2.1E-06	6.43E-06	1.25E-05	1.8E-05	2.36E-06	7.21E-06	1.41E-05	2.02E-05
1	1.08E-05	3.05E-05	5.05E-05	6.42E-05	1.35E-05	3.84E-05	6.35E-05	8.07E-05	1.38E-05	3.92E-05	6.49E-05	8.25E-05
1.1	5.74E-05	0.000139	0.000198	0.000237	6.34E-05	0.000153	0.000218	0.000261	6.13E-05	0.000148	0.000211	0.000253
1.2	0.000273	0.000544	0.000703	0.000858	0.000277	0.000552	0.000714	0.000872	0.000259	0.000515	0.000667	0.000814
1.3	0.001534	0.002573	0.003262	0.004251	0.001476	0.002476	0.003139	0.004091	0.001346	0.002258	0.002862	0.003729
1.4	0.001938	0.002882	0.003823	0.005357	0.001797	0.002673	0.003546	0.004968	0.001613	0.002398	0.003182	0.004458
1.5	0.000217	0.000307	0.000441	0.000652	0.000196	0.000278	0.000399	0.00059	0.000174	0.000246	0.000354	0.000523
1.6	1.98E-05	2.86E-05	4.44E-05	6.77E-05	1.76E-05	2.53E-05	3.94E-05	6.01E-05	1.55E-05	2.23E-05	3.47E-05	5.29E-05
1.7	2.63E-07	4.06E-07	6.71E-07	1.04E-06	2.3E-07	3.56E-07	5.87E-07	9.1E-07	2.02E-07	3.11E-07	5.14E-07	7.96E-07
1.8	8.77E-07	1.48E-06	2.54E-06	3.96E-06	7.6E-07	1.29E-06	2.2E-06	3.44E-06	6.63E-07	1.12E-06	1.92E-06	2.99E-06
1.9	1.59E-06	2.94E-06	5.14E-06	8.03E-06	1.37E-06	2.53E-06	4.42E-06	6.91E-06	1.19E-06	2.2E-06	3.84E-06	6E-06
2	1.22E-06	2.42E-06	4.28E-06	6.69E-06	1.04E-06	2.07E-06	3.66E-06	5.72E-06	9.05E-07	1.8E-06	3.17E-06	4.96E-06
2.1	6.15E-07	1.29E-06	2.28E-06	3.57E-06	5.23E-07	1.09E-06	1.94E-06	3.03E-06	4.53E-07	9.47E-07	1.68E-06	2.62E-06
2.2	2.08E-07	4.49E-07	7.98E-07	1.25E-06	1.76E-07	3.81E-07	6.77E-07	1.06E-06	1.52E-07	3.29E-07	5.85E-07	9.14E-07
2.3	6.77E-08	1.49E-07	2.65E-07	4.15E-07	5.73E-08	1.26E-07	2.25E-07	3.51E-07	4.94E-08	1.09E-07	1.94E-07	3.03E-07
2.4	6.73E-09	1.5E-08	2.67E-08	4.17E-08	5.68E-09	1.27E-08	2.25E-08	3.52E-08	4.89E-09	1.09E-08	1.94E-08	3.03E-08
2.5	2.49E-09	5.59E-09	9.93E-09	1.55E-08	2.1E-09	4.7E-09	8.36E-09	1.31E-08	1.81E-09	4.05E-09	7.2E-09	1.12E-08
2.6	2.65E-09	5.95E-09	1.06E-08	1.65E-08	2.23E-09	5E-09	8.89E-09	1.39E-08	1.91E-09	4.3E-09	7.65E-09	1.19E-08
2.7	2.88E-09	6.48E-09	1.15E-08	1.8E-08	2.42E-09	5.44E-09	9.67E-09	1.51E-08	2.08E-09	4.68E-09	8.32E-09	1.3E-08
2.8	2.26E-09	5.09E-09	9.05E-09	1.41E-08	1.9E-09	4.27E-09	7.59E-09	1.19E-08	1.63E-09	3.67E-09	6.53E-09	1.02E-08
2.9	5.52E-10	1.24E-09	2.21E-09	3.45E-09	4.62E-10	1.04E-09	1.85E-09	2.89E-09	3.97E-10	8.94E-10	1.59E-09	2.48E-09
3	1.31E-10	2.95E-10	5.24E-10	8.19E-10	1.1E-10	2.47E-10	4.39E-10	6.86E-10	9.42E-11	2.12E-10	3.77E-10	5.89E-10
3.1	6.74E-12	1.52E-11	2.7E-11	4.21E-11	5.64E-12	1.27E-11	2.26E-11	3.53E-11	4.85E-12	1.09E-11	1.94E-11	3.03E-11

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-0

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.0004	0.000379	0.000343	0.748879	0.95026	1.066255	18.18722	18.14404	17.07234	0.65404	0.861402	0.986008	0.00042	0.000397	0.000359
1.5	0.00064	0.00061	0.000554	1.702527	2.303424	2.662002	31.87862	32.78386	31.47829	1.557327	2.166657	2.53801	0.000667	0.000634	0.000575
2	0.000843	0.000803	0.00073	2.730694	3.949554	4.752821	43.56252	45.97102	45.08289	2.537498	3.766845	4.586559	0.000878	0.000834	0.000757
2.5	0.001139	0.001083	0.000984	3.739652	5.686879	7.112915	58.10252	61.98099	61.60914	3.471496	5.432975	6.881461	0.001192	0.00113	0.001025

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-2

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.000736	0.000694	0.000628	1.017775	1.140338	1.157054	31.28596	30.35041	27.92281	0.834909	0.969789	1.003537	0.000779	0.000733	0.000662
1.5	0.001163	0.001101	0.000998	2.099213	2.49724	2.615503	52.64109	51.99969	48.36197	1.821368	2.237416	2.381241	0.001222	0.001155	0.001045
2	0.001533	0.001452	0.001315	3.189845	3.987257	4.311517	70.80208	70.75457	66.39706	2.819937	3.641015	3.99902	0.001612	0.001523	0.001378
2.5	0.002088	0.001973	0.001786	4.301412	5.529584	6.126792	94.95467	95.05981	89.53967	3.78651	5.047723	5.691787	0.002203	0.002077	0.001878

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-4

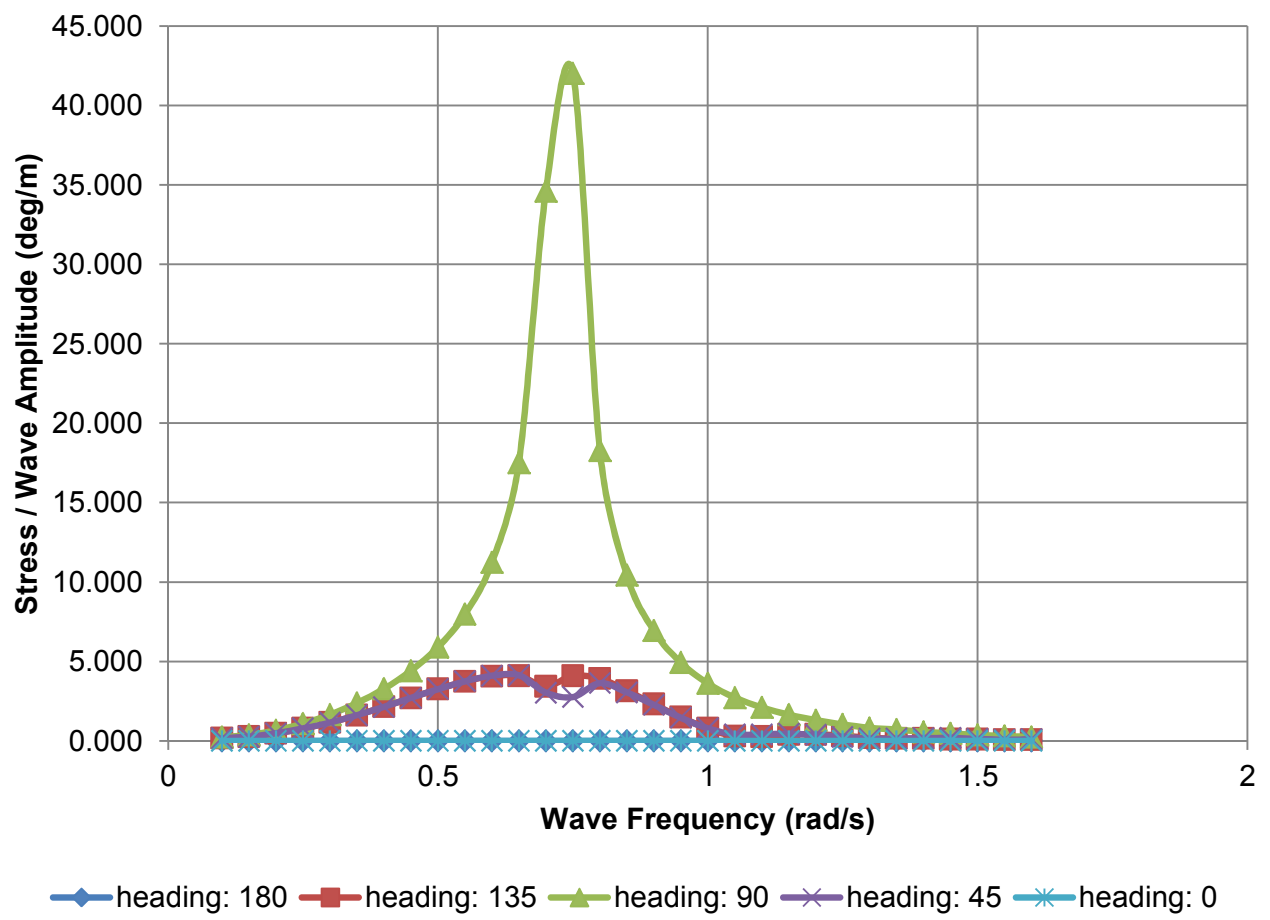
	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.001376	0.001293	0.001167	1.586888	1.636687	1.566178	55.97049	53.44878	48.68053	1.231064	1.30572	1.268726	0.001465	0.001374	0.001239
1.5	0.002152	0.002028	0.001833	2.982902	3.224689	3.166054	91.43933	88.30354	80.91992	2.445566	2.724042	2.715705	0.002276	0.002141	0.001934
2	0.002847	0.002681	0.002423	4.367102	4.865192	4.873775	122.3322	118.6786	109.1328	3.65019	4.197303	4.272904	0.003012	0.002831	0.002556
2.5	0.003904	0.00367	0.003314	5.90641	6.642192	6.725981	165.5655	160.3879	147.5243	4.905242	5.710043	5.88751	0.003885	0.003885	0.003506

RESPON&BILGE&KEEL&FINe

RAO Bilge keel fin

rad/s	stress/wave amplitude (deg/m)				
	heading				
	180	135	90	45	0
0.100	0.000	0.163	0.231	0.163	0.000
0.200	0.000	0.263	0.371	0.263	0.000
0.300	0.000	0.476	0.670	0.476	0.000
0.400	0.000	0.775	1.097	0.775	0.000
0.500	0.000	1.158	1.661	1.158	0.000
0.600	0.000	1.619	2.379	1.618	0.000
0.700	0.000	2.141	3.279	2.140	0.000
0.800	0.000	2.699	4.416	2.698	0.000
0.900	0.000	3.252	5.900	3.252	0.000
1.000	0.000	3.739	7.972	3.747	0.000
1.100	0.000	4.071	11.230	4.098	0.000
1.200	0.000	4.096	17.527	4.128	0.000
1.300	0.001	3.429	34.602	3.037	0.001
1.400	0.001	4.087	42.030	2.760	0.002
1.500	0.001	3.923	18.271	3.634	0.001
1.600	0.001	3.154	10.435	3.055	0.001
1.700	0.000	2.307	6.936	2.272	0.000
1.800	0.000	1.483	4.929	1.456	0.000
1.900	0.000	0.776	3.618	0.782	0.000
2.000	0.000	0.278	2.728	0.411	0.000
2.100	0.000	0.274	2.106	0.407	0.000
2.200	0.000	0.406	1.646	0.446	0.000
2.300	0.000	0.407	1.299	0.380	0.000
2.400	0.000	0.315	1.034	0.250	0.000
2.500	0.000	0.204	0.817	0.141	0.000
2.600	0.000	0.141	0.706	0.136	0.000
2.700	0.000	0.144	0.563	0.168	0.000
2.800	0.000	0.101	0.483	0.190	0.000
2.900	0.000	0.098	0.373	0.125	0.000
3.000	0.000	0.078	0.308	0.076	0.000
3.100	0.000	0.074	0.249	0.099	0.000

RAO Bilge Keel Fin



Spektrum Response

Response didapatkan dengan mengalikan kuadrat transfer function & spektrum gelombang

head:180

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	2.9E-223	6.5E-223	1.2E-222	1.8E-222	8.5E-112	1.9E-111	3.4E-111	5.4E-111	4.82E-64	1.09E-63	1.94E-63	3.04E-63
0.3	9.12E-52	2.08E-51	3.74E-51	5.95E-51	8.24E-30	1.87E-29	3.38E-29	5.37E-29	1.97E-20	4.48E-20	8.08E-20	1.29E-19
0.4	7.31E-23	1.7E-22	3.15E-22	5.17E-22	5.71E-16	1.33E-15	2.46E-15	4.04E-15	4.77E-13	1.11E-12	2.05E-12	3.38E-12
0.5	2.85E-17	6.89E-17	1.34E-16	2.34E-16	1.7E-14	4.12E-14	8.04E-14	1.4E-13	2.45E-13	5.91E-13	1.15E-12	2.01E-12
0.6	3.3E-14	8.52E-14	1.78E-13	3.29E-13	6.55E-13	1.69E-12	3.54E-12	6.53E-12	2.19E-12	5.65E-12	1.18E-11	2.18E-11
0.7	3.51E-12	9.83E-12	2.17E-11	4E-11	1.62E-11	4.54E-11	1E-10	1.85E-10	2.89E-11	8.1E-11	1.79E-10	3.3E-10
0.8	1.56E-12	4.71E-12	1.03E-11	1.71E-11	3.55E-12	1.07E-11	2.34E-11	3.89E-11	4.68E-12	1.41E-11	3.08E-11	5.12E-11
0.9	2.8E-11	8.56E-11	1.67E-10	2.4E-10	4.36E-11	1.33E-10	2.6E-10	3.74E-10	4.89E-11	1.5E-10	2.92E-10	4.19E-10
1	2.02E-11	5.75E-11	9.5E-11	1.21E-10	2.55E-11	7.22E-11	1.19E-10	1.52E-10	2.6E-11	7.38E-11	1.22E-10	1.55E-10
1.1	2.51E-10	6.05E-10	8.62E-10	1.03E-09	2.77E-10	6.68E-10	9.51E-10	1.14E-09	2.67E-10	6.45E-10	9.2E-10	1.1E-09
1.2	2.55E-09	5.07E-09	6.56E-09	8.01E-09	2.59E-09	5.15E-09	6.67E-09	8.14E-09	2.41E-09	4.81E-09	6.22E-09	7.59E-09
1.3	2.69E-08	4.51E-08	5.72E-08	7.46E-08	2.59E-08	4.34E-08	5.51E-08	7.18E-08	2.36E-08	3.96E-08	5.02E-08	6.54E-08
1.4	7.9E-08	1.17E-07	1.56E-07	2.18E-07	7.33E-08	1.09E-07	1.45E-07	2.03E-07	6.58E-08	9.78E-08	1.3E-07	1.82E-07
1.5	2.23E-08	3.15E-08	4.52E-08	6.69E-08	2.01E-08	2.85E-08	4.08E-08	6.04E-08	1.79E-08	2.53E-08	3.62E-08	5.36E-08
1.6	7.16E-09	1.03E-08	1.6E-08	2.45E-08	6.35E-09	9.16E-09	1.42E-08	2.17E-08	5.59E-09	8.07E-09	1.25E-08	1.91E-08
1.7	2.44E-09	3.77E-09	6.23E-09	9.65E-09	2.14E-09	3.3E-09	5.45E-09	8.45E-09	1.87E-09	2.89E-09	4.77E-09	7.4E-09
1.8	9.49E-10	1.6E-09	2.75E-09	4.29E-09	8.22E-10	1.39E-09	2.38E-09	3.72E-09	7.17E-10	1.21E-09	2.08E-09	3.24E-09
1.9	4.22E-10	7.8E-10	1.36E-09	2.13E-09	3.63E-10	6.7E-10	1.17E-09	1.83E-09	3.15E-10	5.82E-10	1.02E-09	1.59E-09
2	2.13E-10	4.23E-10	7.48E-10	1.17E-09	1.82E-10	3.62E-10	6.4E-10	9.99E-10	1.58E-10	3.14E-10	5.54E-10	8.66E-10
2.1	6.66E-11	1.39E-10	2.47E-10	3.86E-10	5.67E-11	1.19E-10	2.1E-10	3.29E-10	4.9E-11	1.03E-10	1.82E-10	2.84E-10
2.2	1.59E-11	3.44E-11	6.11E-11	9.54E-11	1.35E-11	2.92E-11	5.18E-11	8.09E-11	1.16E-11	2.52E-11	4.47E-11	6.99E-11
2.3	1.92E-10	4.23E-10	7.51E-10	1.17E-09	1.62E-10	3.57E-10	6.35E-10	9.93E-10	1.4E-10	3.08E-10	5.48E-10	8.56E-10
2.4	5.25E-11	1.17E-10	2.08E-10	3.25E-10	4.43E-11	9.87E-11	1.76E-10	2.74E-10	3.82E-11	8.51E-11	1.51E-10	2.36E-10
2.5	2.39E-11	5.37E-11	9.54E-11	1.49E-10	2.02E-11	4.52E-11	8.03E-11	1.26E-10	1.74E-11	3.89E-11	6.92E-11	1.08E-10
2.6	2.7E-11	6.07E-11	1.08E-10	1.69E-10	2.27E-11	5.1E-11	9.07E-11	1.42E-10	1.95E-11	4.39E-11	7.81E-11	1.22E-10
2.7	7.28E-13	1.64E-12	2.91E-12	4.55E-12	6.11E-13	1.37E-12	2.44E-12	3.82E-12	5.26E-13	1.18E-12	2.1E-12	3.28E-12
2.8	1.79E-11	4.03E-11	7.17E-11	1.12E-10	1.5E-11	3.38E-11	6.02E-11	9.4E-11	1.29E-11	2.91E-11	5.17E-11	8.08E-11
2.9	7.91E-12	1.78E-11	3.16E-11	4.94E-11	6.63E-12	1.49E-11	2.65E-11	4.14E-11	5.69E-12	1.28E-11	2.28E-11	3.56E-11
3	3.65E-12	8.22E-12	1.46E-11	2.28E-11	3.06E-12	6.88E-12	1.22E-11	1.91E-11	2.63E-12	5.91E-12	1.05E-11	1.64E-11
3.1	2.29E-11	5.16E-11	9.17E-11	1.43E-10	1.92E-11	4.32E-11	7.68E-11	1.2E-10	1.65E-11	3.71E-11	6.59E-11	1.03E-10

head:135

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.7E-215	1.7E-214	3.1E-214	4.9E-214	2.3E-103	5.1E-103	9.2E-103	1.4E-102	1.28E-55	2.9E-55	5.17E-55	8.11E-55
0.3	2.61E-42	5.94E-42	1.07E-41	1.7E-41	2.36E-20	5.36E-20	9.67E-20	1.54E-19	5.64E-11	1.28E-10	2.31E-10	3.68E-10
0.4	2.07E-13	4.81E-13	8.92E-13	1.47E-12	1.62E-06	3.76E-06	6.96E-06	1.15E-05	0.001352	0.003138	0.005816	0.009568
0.5	1.4E-05	3.39E-05	6.62E-05	0.000115	0.008382	0.020256	0.039543	0.068917	0.120389	0.290916	0.567922	0.989781
0.6	0.008398	0.021671	0.045388	0.083664	0.166785	0.430387	0.901417	1.661599	0.556628	1.436377	3.008396	5.545432
0.7	0.125292	0.351204	0.777041	1.429935	0.578234	1.620832	3.586102	6.599259	1.032325	2.893681	6.402291	11.7817
0.8	0.4573	1.376497	3.005979	5.00057	1.039356	3.128513	6.832015	11.36534	1.369651	4.122717	9.003147	14.9771
0.9	0.894052	2.735144	5.335885	7.664923	1.393845	4.264144	8.31875	11.94977	1.56272	4.780779	9.326631	13.39757
1	1.247941	3.540955	5.855971	7.439551	1.568533	4.450614	7.360349	9.350746	1.603456	4.549706	7.524225	9.558937
1.1	1.358765	3.280056	4.674636	5.602584	1.499228	3.619135	5.157881	6.181756	1.449367	3.498771	4.986341	5.976164
1.2	1.134176	2.259151	2.922567	3.567151	1.152317	2.295287	2.969314	3.624209	1.075282	2.141842	2.770809	3.381923
1.3	0.596078	1.000092	1.267803	1.652134	0.573605	0.962388	1.220005	1.589846	0.522943	0.877388	1.112252	1.449428
1.4	0.59248	0.880979	1.1688	1.637643	0.549481	0.817042	1.083974	1.518791	0.493085	0.733185	0.972721	1.362911
1.5	0.364649	0.515924	0.740412	1.095496	0.329571	0.466294	0.669188	0.990114	0.292493	0.413834	0.593901	0.878722
1.6	0.153935	0.222132	0.34498	0.526774	0.136581	0.197089	0.306088	0.467388	0.120259	0.173536	0.269509	0.411533
1.7	0.053955	0.083383	0.137591	0.213219	0.04723	0.072991	0.120442	0.186644	0.041346	0.063897	0.105436	0.163391
1.8	0.014937	0.025259	0.043307	0.067497	0.012945	0.02189	0.03753	0.058493	0.011283	0.01908	0.032713	0.050985
1.9	0.002835	0.005236	0.009165	0.014311	0.002439	0.004503	0.007882	0.012308	0.002119	0.003913	0.006848	0.010693
2	0.000262	0.00052	0.00092	0.001437	0.000224	0.000445	0.000786	0.001229	0.000194	0.000386	0.000682	0.001065
2.1	0.00019	0.000397	0.000704	0.001099	0.000161	0.000338	0.000599	0.000936	0.00014	0.000292	0.000518	0.000809
2.2	0.000322	0.000697	0.001239	0.001936	0.000273	0.000591	0.001051	0.001642	0.000236	0.000511	0.000908	0.001418
2.3	0.000255	0.000562	0.001	0.001562	0.000216	0.000476	0.000845	0.001321	0.000186	0.00041	0.000729	0.001139
2.4	0.000122	0.000273	0.000485	0.000758	0.000103	0.00023	0.000409	0.00064	8.9E-05	0.000198	0.000353	0.000551
2.5	4.2E-05	9.41E-05	0.000167	0.000261	3.54E-05	7.93E-05	0.000141	0.00022	3.05E-05	6.83E-05	0.000121	0.00019
2.6	1.66E-05	3.72E-05	6.61E-05	0.000103	1.39E-05	3.13E-05	5.56E-05	8.69E-05	1.2E-05	2.69E-05	4.79E-05	7.48E-05
2.7	1.43E-05	3.21E-05	5.7E-05	8.91E-05	1.2E-05	2.69E-05	4.79E-05	7.49E-05	1.03E-05	2.32E-05	4.12E-05	6.44E-05
2.8	5.82E-06	1.31E-05	2.33E-05	3.63E-05	4.88E-06	1.1E-05	1.95E-05	3.05E-05	4.19E-06	9.44E-06	1.68E-05	2.62E-05
2.9	4.67E-06	1.05E-05	1.87E-05	2.92E-05	3.91E-06	8.8E-06	1.56E-05	2.44E-05	3.36E-06	7.56E-06	1.34E-05	2.1E-05
3	2.5E-06	5.61E-06	9.98E-06	1.56E-05	2.09E-06	4.7E-06	8.36E-06	1.31E-05	1.8E-06	4.04E-06	7.18E-06	1.12E-05
3.1	1.87E-06	4.22E-06	7.49E-06	1.17E-05	1.57E-06	3.53E-06	6.27E-06	9.8E-06	1.35E-06	3.03E-06	5.39E-06	8.42E-06

head:90

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	1.5E-214	3.4E-214	6.1E-214	9.6E-214	4.5E-103	1E-102	1.8E-102	2.9E-102	2.55E-55	5.75E-55	1.03E-54	1.61E-54
0.3	5.18E-42	1.18E-41	2.13E-41	3.38E-41	4.68E-20	1.06E-19	1.92E-19	3.05E-19	1.12E-10	2.55E-10	4.59E-10	7.3E-10
0.4	4.16E-13	9.65E-13	1.79E-12	2.94E-12	3.25E-06	7.54E-06	1.4E-05	2.3E-05	0.002712	0.006294	0.011664	0.01919
0.5	2.89E-05	6.97E-05	0.000136	0.000237	0.017248	0.041679	0.081366	0.141806	0.247718	0.598601	1.168581	2.036619
0.6	0.018138	0.046804	0.098029	0.180698	0.360221	0.929548	1.946877	3.588714	1.202203	3.102281	6.497522	11.977
0.7	0.293858	0.823707	1.822457	3.353744	1.356179	3.80147	8.410779	15.47778	2.421195	6.786788	15.01582	27.63258
0.8	1.224393	3.685483	8.04832	13.38871	2.78281	8.376396	18.29229	30.42997	3.667153	11.03831	24.10536	40.10026
0.9	2.943925	9.006252	17.56994	25.23897	4.589637	14.04092	27.39188	39.34805	5.145707	15.74209	30.71062	44.11537
1	5.672841	16.09633	26.61984	33.81842	7.130174	20.23143	33.45838	42.50625	7.288925	20.68187	34.20332	43.45264
1.1	10.33837	24.95681	35.56769	42.62812	11.40711	27.53675	39.24453	47.03484	11.02774	26.62094	37.93934	45.47057
1.2	20.77123	41.37396	53.52372	65.3286	21.10347	42.03575	54.37985	66.37355	19.69266	39.22557	50.74444	61.93633
1.3	60.68967	101.8244	129.0813	168.2119	58.40158	97.98544	124.2147	161.8701	53.24344	89.33118	113.2438	147.5734
1.4	62.65709	93.16692	123.6051	173.1871	58.10975	86.40532	114.6345	160.618	52.14569	77.53717	102.869	144.1331
1.5	7.909364	11.19057	16.0598	23.7617	7.148514	10.11408	14.51491	21.47592	6.344276	8.976208	12.88192	19.05979
1.6	1.685434	2.432123	3.777188	5.767661	1.495425	2.157934	3.351362	5.117437	1.316716	1.900054	2.950864	4.505886
1.7	0.487567	0.753503	1.243351	1.926777	0.426798	0.659589	1.088384	1.68663	0.373625	0.577414	0.952787	1.476501
1.8	0.164882	0.278819	0.478043	0.745055	0.142888	0.241625	0.414274	0.645668	0.124548	0.210612	0.361102	0.562796
1.9	0.061597	0.113758	0.199104	0.310893	0.052975	0.097836	0.171236	0.267377	0.046025	0.085	0.148771	0.2323
2	0.025237	0.050105	0.088543	0.138327	0.021578	0.04284	0.075706	0.118272	0.0187	0.037127	0.065609	0.102498
2.1	0.011237	0.023503	0.041697	0.06515	0.009564	0.020004	0.03549	0.055451	0.008273	0.017302	0.030697	0.047962
2.2	0.005289	0.011441	0.020326	0.031759	0.004486	0.009703	0.017238	0.026934	0.003874	0.008379	0.014887	0.023261
2.3	0.002601	0.005737	0.010197	0.015933	0.002199	0.004851	0.008623	0.013474	0.001897	0.004185	0.007438	0.011622
2.4	0.001324	0.002952	0.005248	0.0082	0.001117	0.002491	0.004428	0.006918	0.000963	0.002146	0.003815	0.005962
2.5	0.000672	0.001507	0.002679	0.004186	0.000566	0.001269	0.002256	0.003525	0.000488	0.001093	0.001943	0.003035
2.6	0.000413	0.000928	0.001649	0.002577	0.000347	0.00078	0.001387	0.002167	0.000299	0.000671	0.001193	0.001865
2.7	0.000218	0.00049	0.000871	0.001361	0.000183	0.000411	0.000731	0.001143	0.000157	0.000354	0.000629	0.000983
2.8	0.000134	0.000302	0.000536	0.000838	0.000112	0.000253	0.00045	0.000703	9.67E-05	0.000217	0.000387	0.000604
2.9	6.7E-05	0.000151	0.000268	0.000419	5.62E-05	0.000126	0.000225	0.000351	4.83E-05	0.000109	0.000193	0.000302
3	3.86E-05	8.7E-05	0.000155	0.000242	3.24E-05	7.28E-05	0.000129	0.000202	2.78E-05	6.26E-05	0.000111	0.000174
3.1	2.15E-05	4.83E-05	8.58E-05	0.000134	1.8E-05	4.04E-05	7.18E-05	0.000112	1.54E-05	3.47E-05	6.17E-05	9.64E-05

head:45

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	7.7E-215	1.7E-214	3.1E-214	4.9E-214	2.3E-103	5.1E-103	9.2E-103	1.4E-102	1.28E-55	2.9E-55	5.17E-55	8.11E-55
0.3	2.61E-42	5.94E-42	1.07E-41	1.7E-41	2.36E-20	5.36E-20	9.67E-20	1.54E-19	5.64E-11	1.28E-10	2.31E-10	3.68E-10
0.4	2.07E-13	4.81E-13	8.92E-13	1.47E-12	1.62E-06	3.76E-06	6.96E-06	1.15E-05	0.001352	0.003138	0.005816	0.009567
0.5	1.4E-05	3.39E-05	6.62E-05	0.000115	0.008382	0.020255	0.039541	0.068913	0.120383	0.2909	0.567892	0.989729
0.6	0.008396	0.021667	0.045379	0.083649	0.166753	0.430305	0.901245	1.661282	0.556522	1.436103	3.007822	5.544375
0.7	0.12523	0.351028	0.776651	1.429218	0.577944	1.620019	3.584303	6.595948	1.031807	2.892229	6.399078	11.77579
0.8	0.456942	1.375419	3.003626	4.996655	1.038542	3.126063	6.826665	11.35644	1.368578	4.119489	8.996098	14.96538
0.9	0.894004	2.734996	5.335595	7.664507	1.393769	4.263913	8.318299	11.94912	1.562635	4.780519	9.326126	13.39685
1	1.252864	3.554924	5.879071	7.468899	1.57472	4.468171	7.389384	9.387633	1.609781	4.567654	7.553907	9.596646
1.1	1.376476	3.32281	4.735567	5.67561	1.51877	3.666309	5.225111	6.262332	1.468259	3.544375	5.051335	6.054061
1.2	1.15217	2.294994	2.968936	3.623747	1.170599	2.331703	3.016424	3.681709	1.092342	2.175824	2.81477	3.435579
1.3	0.467673	0.784656	0.994697	1.296237	0.450041	0.755073	0.957196	1.247367	0.410293	0.688384	0.872654	1.137197
1.4	0.270234	0.40182	0.533097	0.74694	0.250622	0.372658	0.494408	0.692731	0.224899	0.334411	0.443665	0.621633
1.5	0.312934	0.442755	0.635405	0.940131	0.282831	0.400163	0.574282	0.849694	0.251011	0.355143	0.509673	0.7541
1.6	0.14449	0.208503	0.323813	0.494454	0.128201	0.184997	0.287308	0.438711	0.11288	0.162889	0.252974	0.386284
1.7	0.052301	0.080827	0.133373	0.206683	0.045782	0.070753	0.11675	0.180923	0.040078	0.061938	0.102204	0.158382
1.8	0.014395	0.024343	0.041736	0.065048	0.012475	0.021095	0.036169	0.056371	0.010874	0.018388	0.031526	0.049136
1.9	0.002881	0.00532	0.009311	0.014539	0.002477	0.004575	0.008008	0.012504	0.002152	0.003975	0.006957	0.010864
2	0.000572	0.001136	0.002007	0.003136	0.000489	0.000971	0.001716	0.002681	0.000424	0.000842	0.001487	0.002324
2.1	0.00042	0.000879	0.00156	0.002437	0.000358	0.000748	0.001328	0.002074	0.000309	0.000647	0.001148	0.001794
2.2	0.000389	0.000841	0.001494	0.002335	0.00033	0.000713	0.001267	0.00198	0.000285	0.000616	0.001094	0.00171
2.3	0.000223	0.000491	0.000873	0.001365	0.000188	0.000416	0.000739	0.001154	0.000162	0.000358	0.000637	0.000995
2.4	7.75E-05	0.000173	0.000307	0.00048	6.54E-05	0.000146	0.000259	0.000405	5.63E-05	0.000126	0.000223	0.000349
2.5	1.99E-05	4.46E-05	7.92E-05	0.000124	1.67E-05	3.75E-05	6.67E-05	0.000104	1.44E-05	3.23E-05	5.75E-05	8.98E-05
2.6	1.54E-05	3.47E-05	6.16E-05	9.63E-05	1.3E-05	2.92E-05	5.18E-05	8.1E-05	1.12E-05	2.51E-05	4.46E-05	6.97E-05
2.7	1.93E-05	4.35E-05	7.73E-05	0.000121	1.62E-05	3.65E-05	6.49E-05	0.000101	1.4E-05	3.14E-05	5.58E-05	8.72E-05
2.8	2.06E-05	4.64E-05	8.26E-05	0.000129	1.73E-05	3.9E-05	6.93E-05	0.000108	1.49E-05	3.35E-05	5.95E-05	9.3E-05
2.9	7.5E-06	1.69E-05	3E-05	4.68E-05	6.28E-06	1.41E-05	2.51E-05	3.93E-05	5.4E-06	1.21E-05	2.16E-05	3.37E-05
3	2.38E-06	5.36E-06	9.52E-06	1.49E-05	1.99E-06	4.49E-06	7.98E-06	1.25E-05	1.71E-06	3.85E-06	6.85E-06	1.07E-05
3.1	3.4E-06	7.65E-06	1.36E-05	2.13E-05	2.85E-06	6.4E-06	1.14E-05	1.78E-05	2.44E-06	5.5E-06	9.78E-06	1.53E-05

head:0

rad/s	spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)				spektrum response (deg ² .s)			
	Tp = 5				Tp = 6				Tp = 7			
	hs				hs				hs			
	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5	1	1.5	2	2.5
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	2.9E-223	6.4E-223	1.2E-222	1.8E-222	8.5E-112	1.9E-111	3.4E-111	5.3E-111	4.77E-64	1.08E-63	1.92E-63	3.02E-63
0.3	1.18E-51	2.69E-51	4.85E-51	7.71E-51	1.07E-29	2.43E-29	4.38E-29	6.96E-29	2.55E-20	5.8E-20	1.05E-19	1.66E-19
0.4	8.18E-23	1.9E-22	3.52E-22	5.79E-22	6.39E-16	1.48E-15	2.75E-15	4.52E-15	5.34E-13	1.24E-12	2.3E-12	3.78E-12
0.5	7.29E-17	1.76E-16	3.44E-16	5.99E-16	4.36E-14	1.05E-13	2.06E-13	3.58E-13	6.26E-13	1.51E-12	2.95E-12	5.15E-12
0.6	1.11E-13	2.87E-13	6.02E-13	1.11E-12	2.21E-12	5.71E-12	1.2E-11	2.2E-11	7.38E-12	1.91E-11	3.99E-11	7.36E-11
0.7	3.8E-12	1.07E-11	2.36E-11	4.34E-11	1.76E-11	4.92E-11	1.09E-10	2E-10	3.13E-11	8.79E-11	1.94E-10	3.58E-10
0.8	9.11E-12	2.74E-11	5.99E-11	9.96E-11	2.07E-11	6.23E-11	1.36E-10	2.26E-10	2.73E-11	8.21E-11	1.79E-10	2.98E-10
0.9	7.04E-11	2.15E-10	4.2E-10	6.03E-10	1.1E-10	3.36E-10	6.55E-10	9.4E-10	1.23E-10	3.76E-10	7.34E-10	1.05E-09
1	2.53E-10	7.17E-10	1.19E-09	1.51E-09	3.18E-10	9.02E-10	1.49E-09	1.89E-09	3.25E-10	9.22E-10	1.52E-09	1.94E-09
1.1	1.24E-09	3E-09	4.27E-09	5.12E-09	1.37E-09	3.31E-09	4.71E-09	5.65E-09	1.32E-09	3.2E-09	4.56E-09	5.46E-09
1.2	5.44E-09	1.08E-08	1.4E-08	1.71E-08	5.53E-09	1.1E-08	1.42E-08	1.74E-08	5.16E-09	1.03E-08	1.33E-08	1.62E-08
1.3	4.17E-08	6.99E-08	8.86E-08	1.15E-07	4.01E-08	6.73E-08	8.53E-08	1.11E-07	3.65E-08	6.13E-08	7.77E-08	1.01E-07
1.4	1.06E-07	1.57E-07	2.09E-07	2.93E-07	9.82E-08	1.46E-07	1.94E-07	2.71E-07	8.81E-08	1.31E-07	1.74E-07	2.44E-07
1.5	2.7E-08	3.82E-08	5.49E-08	8.12E-08	2.44E-08	3.46E-08	4.96E-08	7.34E-08	2.17E-08	3.07E-08	4.4E-08	6.51E-08
1.6	8.63E-09	1.25E-08	1.93E-08	2.95E-08	7.66E-09	1.1E-08	1.72E-08	2.62E-08	6.74E-09	9.73E-09	1.51E-08	2.31E-08
1.7	2.5E-09	3.86E-09	6.37E-09	9.87E-09	2.19E-09	3.38E-09	5.58E-09	8.64E-09	1.91E-09	2.96E-09	4.88E-09	7.56E-09
1.8	5.14E-10	8.69E-10	1.49E-09	2.32E-09	4.46E-10	7.54E-10	1.29E-09	2.01E-09	3.88E-10	6.57E-10	1.13E-09	1.76E-09
1.9	7.42E-11	1.37E-10	2.4E-10	3.75E-10	6.38E-11	1.18E-10	2.06E-10	3.22E-10	5.55E-11	1.02E-10	1.79E-10	2.8E-10
2	1.28E-10	2.54E-10	4.49E-10	7.01E-10	1.09E-10	2.17E-10	3.84E-10	6E-10	9.48E-11	1.88E-10	3.33E-10	5.2E-10
2.1	1.72E-10	3.6E-10	6.39E-10	9.98E-10	1.47E-10	3.07E-10	5.44E-10	8.5E-10	1.27E-10	2.65E-10	4.7E-10	7.35E-10
2.2	1.6E-10	3.45E-10	6.13E-10	9.58E-10	1.35E-10	2.93E-10	5.2E-10	8.12E-10	1.17E-10	2.53E-10	4.49E-10	7.02E-10
2.3	2.61E-10	5.77E-10	1.02E-09	1.6E-09	2.21E-10	4.88E-10	8.67E-10	1.35E-09	1.91E-10	4.21E-10	7.48E-10	1.17E-09
2.4	4.04E-11	9E-11	1.6E-10	2.5E-10	3.41E-11	7.59E-11	1.35E-10	2.11E-10	2.94E-11	6.54E-11	1.16E-10	1.82E-10
2.5	3.51E-12	7.87E-12	1.4E-11	2.19E-11	2.96E-12	6.63E-12	1.18E-11	1.84E-11	2.55E-12	5.71E-12	1.01E-11	1.58E-11
2.6	5.53E-12	1.24E-11	2.21E-11	3.45E-11	4.65E-12	1.04E-11	1.86E-11	2.9E-11	4E-12	8.98E-12	1.6E-11	2.49E-11
2.7	5.72E-12	1.29E-11	2.29E-11	3.57E-11	4.8E-12	1.08E-11	1.92E-11	3E-11	4.13E-12	9.28E-12	1.65E-11	2.58E-11
2.8	5.31E-12	1.2E-11	2.13E-11	3.32E-11	4.46E-12	1E-11	1.78E-11	2.79E-11	3.83E-12	8.62E-12	1.53E-11	2.39E-11
2.9	4.82E-12	1.08E-11	1.93E-11	3.01E-11	4.04E-12	9.08E-12	1.61E-11	2.52E-11	3.47E-12	7.8E-12	1.39E-11	2.17E-11
3	1.57E-12	3.53E-12	6.27E-12	9.79E-12	1.31E-12	2.95E-12	5.25E-12	8.2E-12	1.13E-12	2.54E-12	4.51E-12	7.05E-12
3.1	6.78E-12	1.53E-11	2.71E-11	4.24E-11	5.68E-12	1.28E-11	2.27E-11	3.55E-11	4.87E-12	1.1E-11	1.95E-11	3.05E-11

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-0

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	1.55E-08	1.44E-08	1.29E-08	0.70773	0.912414	1.032476	17.8128	17.7145	16.65265	0.655556	0.864416	0.989545	2.1E-08	1.96E-08	1.76E-08
1.5	2.35E-08	2.19E-08	1.96E-08	1.641903	2.247717	2.612361	30.8662	31.67818	30.41619	1.566114	2.178408	2.550509	3.22E-08	3E-08	2.71E-08
2	3.18E-08	2.95E-08	2.65E-08	2.648268	3.873833	4.68545	42.27553	44.55459	43.71741	2.548169	3.782379	4.603789	4.33E-08	4.04E-08	3.64E-08
2.5	4.47E-08	4.14E-08	3.72E-08	3.622003	5.578775	7.016851	56.71439	60.41641	60.08695	3.480154	5.448706	6.900419	6.04E-08	5.63E-08	5.07E-08

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-2

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	3.13E-08	2.89E-08	2.59E-08	0.932962	1.062414	1.087422	31.02922	29.99494	27.55534	0.828503	0.966079	1.001193	4.16E-08	3.86E-08	3.47E-08
1.5	4.74E-08	4.38E-08	3.93E-08	1.973869	2.382157	2.512715	51.60226	50.80164	47.18944	1.820451	2.241162	2.386711	6.34E-08	5.89E-08	5.29E-08
2	6.47E-08	5.97E-08	5.35E-08	3.01818	3.829805	4.170966	69.5165	69.25284	64.92013	2.81437	3.642727	4.003835	8.59E-08	7.97E-08	7.16E-08
2.5	9.16E-08	8.45E-08	7.56E-08	4.055844	5.304381	5.925809	93.75833	93.56768	88.04024	3.768	5.039775	5.689191	1.21E-07	1.12E-07	1E-07

Tabel Rekapitan Spektral Momen Ke-4

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)			Tz (s)		
Hs (m)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	6.49E-08	5.96E-08	5.34E-08	1.409983	1.474454	1.421288	56.15899	53.45449	48.61605	1.201467	1.281908	1.248845	8.45E-08	7.8E-08	6.99E-08
1.5	9.86E-08	9.07E-08	8.11E-08	2.720806	2.984463	2.951564	90.76291	87.34147	79.91831	2.413013	2.700767	2.697717	1.29E-07	1.19E-07	1.06E-07
2	1.37E-07	1.26E-07	1.12E-07	4.00469	4.533526	4.577831	121.5798	117.5431	107.9324	3.59399	4.155371	4.239605	1.77E-07	1.63E-07	1.46E-07
2.5	1.96E-07	1.79E-07	1.6E-07	5.385865	6.166067	6.301236	165.3946	159.6899	146.6739	4.806349	5.632173	5.823544	2.31E-07	2.31E-07	2.06E-07

LAMPIRAN
PERHITUNGAN SIGNIFICANT ROLL AMPLITUDE

SIGNIFICANT ϕ ROLL AMPLITUDE ϕ TAN ϕ STABILIZER

Perhitungan Signifikan Roll Motion Amplitude

Menggunakan 2 Kriteria

1. Kriteria General Operability Limiting Criteria For Ship (Cruikshank & Landsberg (USA))

2. Management Level Navigator Inquiry Result

Menggunakan RMS of motion

$$\text{signifikan Roll motion } (\sigma_{1/3}) = 2\sqrt{m_0} (1 - \varepsilon^2)^{1/2}$$

significant Roll Amplitude

	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz			Tz			Tz			Tz			Tz		
hs	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.000111	0.000108	0.000104	1.960336	2.17961	2.283557	9.993438	9.999812	9.689278	1.825401	2.064563	2.184074	0.000263	0.000257	0.000246
1.5	0.000142	0.00014	0.000134	2.94715	3.370242	3.580933	13.39232	13.55061	13.22873	2.802325	3.249465	3.477538	0.000338	0.000332	0.000318
2	0.000165	0.000162	0.000156	3.676778	4.347274	4.71733	15.47487	15.82961	15.59234	3.527408	4.226372	4.615677	0.000389	0.000382	0.000366
2.5	0.000192	0.000189	0.000183	4.263186	5.1699	5.721378	17.67534	18.17542	18.01246	4.091639	5.034485	5.609623	0.00045	0.000442	0.000423

Kriteria 1

	head: 180			head: 135			head: 90	
	Tz			Tz			Tz	
hs	5	6	7	5	6	7	5	6
1	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
1.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
2	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi	tidak memenuhi
2.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi	tidak memenuhi

Kriteria 2

	head: 180			head: 135			head: 90	
	Tz			Tz			Tz	
hs	5	6	7	5	6	7	5	6
1	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
1.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
2	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	subtansial	subtansial
2.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	subtansial	subtansial

Kriteria 1

	head: 45			head: 0		
	Tz			Tz		
7	5	6	7	5	6	7
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
tidak memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
tidak memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi

Kriteria 2

	head: 45			head: 0		
	Tz			Tz		
7	5	6	7	5	6	7
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
subtansial	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
subtansial	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil

**SIGNIFICANT ROLL AMPLITUDE BILGE KEEL
PELAT**

Perhitungan Signifikan Roll Motion Amplitude

Menggunakan 2 Kriteria

1.Kriteria General Operability Limiting Criteria For Ship (Cruikshank & Landsberg (USA))

2.Management Level Navigator Inquiry Result

Menggunakan RMS of motion

significant Roll motion ($\sigma_{1/3}$) = $2\sqrt{m_0} (1 - \varepsilon^2)^{1/2}$

Significant Roll Amplitude

hs	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz			Tz			Tz			Tz			Tz		
	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.000	0.000	0.000	1.761	1.989	2.107	9.360	9.408	9.139	1.683	1.924	2.052	0.001	0.001	0.001
1.5	0.000	0.000	0.000	2.677	3.114	3.343	12.675	12.890	12.617	2.595	3.048	3.288	0.002	0.002	0.002
2	0.001	0.001	0.001	3.388	4.073	4.461	14.674	15.099	14.921	3.305	4.008	4.408	0.002	0.002	0.002
2.5	0.001	0.001	0.001	3.954	4.876	5.445	16.711	17.297	17.207	3.858	4.803	5.386	0.003	0.003	0.002

Kriteria 1

	head: 180			head: 135			head: 90		
	Tz			Tz			Tz		
hs	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
1.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
2	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi	memenuhi
2.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi	tidak memenuhi	tidak memenuhi

Kriteria 2

	head: 180			head: 135			head: 90		
	Tz			Tz			Tz		
hs	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya	tidak berbahaya
1.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya	tidak berbahaya
2	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	subtansial	subtansial	subtansial
2.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	subtansial	subtansial	subtansial

Kriteria 1

head: 45			head: 0		
Tz			Tz		
5	6	7	5	6	7
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi

Kriteria 2

head: 45			head: 0		
Tz			Tz		
5	6	7	5	6	7
Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil

SIGNIFICANT ROLL AMPLITUDE BILGE KEEL FOIL

Perhitungan Signifikan Roll Motion Amplitude

Menggunakan 2 Kriteria

1. Kriteria General Operability Limiting Criteria For Ship (Cruikshank & Landsberg (USA))

2. Management Level Navigator Inquiry Result

Menggunakan RMS of motion

signifikan Roll motion (ϕ 1/3) = $2\sqrt{m_0} (1 - \varepsilon^2)^{1/2}$

Significant Roll Amplitude

hs	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz			Tz			Tz			Tz			Tz		
	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.040	0.039	0.037	1.731	1.950	2.065	8.529	8.519	8.264	1.617	1.856	1.986	0.041	0.040	0.038
1.5	0.051	0.049	0.047	2.610	3.035	3.263	11.292	11.451	11.221	2.496	2.944	3.186	0.052	0.050	0.048
2	0.058	0.057	0.054	3.305	3.975	4.360	13.200	13.560	13.429	3.186	3.882	4.283	0.059	0.058	0.055
2.5	0.068	0.066	0.063	3.868	4.769	5.334	15.245	15.746	15.698	3.726	4.662	5.247	0.069	0.067	0.064

Kriteria 1

	head: 180			head: 135			head: 90	
	Tz			Tz			Tz	
hs	5	6	7	5	6	7	5	6
1	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
1.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
2	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
2.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi	tidak memenuhi

Kriteria 2

	head: 180			head: 135			head: 90	
	Tz			Tz			Tz	
hs	5	6	7	5	6	7	5	6
1	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
1.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
2	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
2.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	subtansial	subtansial

Kriteria 1

	head: 45			head: 0		
	Tz			Tz		
7	5	6	7	5	6	7
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
tidak memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi

Kriteria 2

	head: 45			head: 0		
	Tz			Tz		
7	5	6	7	5	6	7
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
substansial	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil

SIGNIFICANT α ROLL α AMPLITUDE α BILGE α KEELE FINE

e

e

e

e

Perhitungan Signifikan Roll Motion Amplitude

Menggunakan 2 Kriteria

1. Kriteria General Operability Limiting Criteria For Ship (Cruikshank & Landsberg (USA))

2. Management Level Navigator Inquiry Result

Menggunakan RMS of motion

signifikan Roll motion (ϕ 1/3) = $2\sqrt{m_0} (1 - \varepsilon^2)^{1/2}$

Significant Roll Amplitude

hs	head: 180			head: 135			head: 90			head: 45			head: 0		
	Tz			Tz			Tz			Tz			Tz		
	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
1	0.000	0.000	0.000	1.683	1.910	2.032	8.441	8.418	8.162	1.619	1.859	1.990	0.000	0.000	0.000
1.5	0.000	0.000	0.000	2.563	2.998	3.233	11.111	11.257	11.030	2.503	2.952	3.194	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	3.255	3.936	4.329	13.004	13.350	13.224	3.193	3.890	4.291	0.000	0.000	0.000
2.5	0.000	0.000	0.000	3.806	4.724	5.298	15.062	15.546	15.503	3.731	4.668	5.254	0.000	0.000	0.000

Kriteria 1

	head: 180			head: 135			head: 90	
	Tz			Tz			Tz	
hs	5	6	7	5	6	7	5	6
1	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
1.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
2	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
2.5	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi	tidak memenuhi

Kriteria 2

	head: 180			head: 135			head: 90	
	Tz			Tz			Tz	
hs	5	6	7	5	6	7	5	6
1	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
1.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
2	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	tidak berbahaya	tidak berbahaya
2.5	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	subtansial	subtansial

Kriteria 1

	head: 45			head: 0		
	Tz			Tz		
7	5	6	7	5	6	7
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
tidak memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi

Kriteria 2

	head: 45			head: 0		
	Tz			Tz		
7	5	6	7	5	6	7
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
tidak berbahaya	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil
substansial	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil	Roll Kecil

BIODATA & PENULIS



Mucahamt Alvinur, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Bojonegoro pada 29 Oktober 1996 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK, kemudian melanjutkan ke SDN Bogo Kecamatan Kapas, SMPN 2 Bojonegoro, dan SMAN 1 Bojonegoro. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* perlengkapan NASDARC SAMPAN ITS 9 2015, *staff* Departemen Kemahasiswaan HIMATEKPAL FTK ITS 2015, koordinator perlengkapan NASDARC SAMPAN 10 ITS 2016.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Getaran Kapal.

Email: alvintheone11@gmail.com